• МАШИНОСТРОЕНИЕ
• ТРАНСПОРТ
• ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
• МЕТАЛЛУРГИЯ
• ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
• НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
• ЭНЕРГЕТИКА
• РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
• АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА
• СВЯЗЬ
• ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
• ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
• ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
• ТОРГОВЛЯ
• БЫТОВОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
• ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ

БИБЛИОТЕКА РАБОЧЕГО



С. С. ДЕОРДИЕВ

АККУМУЛЯТОРЫ И УХОД ЗА НИМИ

(Пособие аккумуляторщику)

БИБЛИОТЕКА РАБОЧЕГО

С. С. ДЕОРДИЕВ

АККУМУЛЯТОРЫ И УХОД ЗА НИМИ

(Пособие аккумуляторщику)



Издание 2-е, исправленное

КИЕВ
«ТЕХНІКА»
1985

31.251
Д34

Деордиев С.С.

Д34 Аккумуляторы и уход за ними: (Пособие аккумуляторщику).— 2-е. изд., испр.— К.: Техніка, 1985. — 136 с., ил. —Библиогр.: с. 134. — (Б-ка рабочего).

45 к. 60 000 экз.

В книге изложены сведения о конструкции, принципе действия и характерных особенностях широко распространенных в народном хозяйстве аккумуляторов. Рассмотрены вопросы по уходу за ними при формировке, эксплуатации и транспортировке. Даны рекомендации по приготовлению электролитов, проведению формировочных, эксплуатационных и тренировочных циклов зарядов и разрядов, контролю емкости и состояния аккумуляторов, оснащению аккумуляторной станции оборудованием и другими средствами.

Книга рассчитана на рабочих, а также может быть полезной автолюбителям, водителям, механизаторам сельского хозяйства.

$Д\frac{2302010000-012}{М202(04)-85}$ 34.85 31.251

Рецензенты В. А. Гольстрем, А. П. Черноглазов

Редакция литературы по энергетике, электронике, кибернетике и связи

Зав. редакцией З. В. Божко

Библиотека рабочего

Степан Степанович Деордиев

Аккумуляторы и уход за ними

(Пособие аккумуляторщику)

Издание 2-е, исправленное

Редактор Э. А. Вавилова
Оформление художника А. А. Петровой
Художественные редакторы Л. А. Дикарев, В. С. Шапошников
Технический редактор Н. А. Бондарчук
Корректор Л. А. Москаленко

Информ. бланк № 2863

Сдано в набор 03.04.84. Подписано в печать 30.08.84. БФ 36919. Формат 84×108 1/32. Бумага типогр. № 3. Гарн. лит. Печ. выс. Усл. печ. л. 7,14. Усл. кр.-отт. 7,46. Уч.-изд. л. 8,71. Тираж 60 000 экз. Зак. 4-643. Цена 45 к.

Издательство «Техника», 252601, Киев, 1, Крещатик, 5.
Кн. ф-ка им. М. В. Фрунзе, 310057, Харьков-57, Донец.-Захаржевского, 6/8.

© Издательство «Техніка», 1982
© Издательство «Техніка», 1985

ПРЕДИСЛОВИЕ

Аккумуляторы широко применяются во всех отраслях народного хозяйства. В настоящее время они являются незаменимыми источниками питания электроэнергией портативной радиоэлектронной аппаратуры, электрооборудования всех видов транспорта, измерительных приборов и т. п.

В связи с неуклонным ростом масштабов производства и ассортимента выпускаемой промышленностью продукции, предусмотренным Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года, а также осуществлением мер по охране природы от загрязнения выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания в ближайшем будущем потребность в аккумуляторах должна резко возрасти.

В нашей стране и за рубежом начато производство электромобилей, потребляющих вместо горючих материалов электроэнергию от аккумуляторов. Только такое направление развития автотранспорта потребует расширения аккумуляторного производства. В связи с этим в настоящее время ведутся научно-исследовательские и проектные работы по усовершенствованию электрохимической системы аккумуляторов и работы по расширению производства последних. Вместе с тем принимаются меры по более рациональному использованию эксплуатируемых в народном хозяйстве аккумуляторов, т. е. снижению эксплуатационных потерь, продлению их срока службы и повышению надежности в работе.

Для эффективного использования аккумуляторов необходимо повысить профессиональный уровень и культуру проведения работ по уходу за ними. Аккумуляторы, в отличие от других видов электрооборудования, вследствие чрезмерной чувствительности к окружающей среде и несоблюдения правил ухода за ними могут быть выведены из строя, не побывав в работе. Так, некоторые типы аккумуляторов (например серебряно-цинковые) при подготовке к вводу в действие могут быть безвозвратно выведены из строя вследствие недосмотра, если их перезарядить и переразрядить. Правильная эксплуатация аккумуляторов и строгое соблюдение технологии проведения

работ по уходу за ними позволяют увеличить сроки использования аккумуляторов.

Автор в данном пособии делает попытку обобщить и систематизировать имеющиеся сведения по уходу за аккумуляторами. В приложениях приведены формы журналов и образцы их заполнения, в которых на протяжении всего срока службы аккумуляторных батарей накопляется материал, характеризующий состояние батареи и каждого аккумулятора, входящего в нее, и фиксируются отклонения от нормы. По этим данным аккумуляторщик в любой момент может принять необходимое решение.

Автор благодарит рецензентов за ценные замечания и советы, которые содействовали улучшению содержания книги.

Отзывы и пожелания просим направлять по адресу: 252601, Киев, 1, Крещатик, 5, издательство «Техніка».

I. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АККУМУЛЯТОРОВ

Аккумуляторы являются разновидностью химических источников тока (ХИТ), в которых электрическая энергия превращается в химическую (заряд) и химическая — в электрическую (разряд).

Аккумуляторы (вторичные источники тока) в отличие от гальванических элементов являются химическими источниками электрической энергии многоразового действия. Они состоят из двух электродов (положительного и отрицательного) и электролита. Например, в серебряно-цинковых аккумуляторах при прохождении электрического зарядного тока происходит реакция окисления активной массы (металлического серебра) положительного электрода, а на отрицательном электроде — реакция восстановления. При этом осуществляется накопление (аккумуляция) заряда. Процесс разряда — явление, обратное заряду, когда сам аккумулятор отдает свой заряд по внешней электрической цепи потребителю энергии. При разрядке окислы положительных электродов постепенно восстанавливаются до чистого металла в конце процесса, а отрицательные электроды окисляются. В зависимости от условий при работе аккумулятор может быть частично или до обусловленного предела разряжен. Для того чтобы после разряда аккумулятор включить снова в работу, его необходимо зарядить.

Различают щелочные и кислотные аккумуляторы. В щелочных аккумуляторах электролитом служит водный раствор едкой щелочи (едкого калия или едкого натрия с добавкой или без добавки едкого лития), в кислотных— водный раствор серной кислоты. По составу активной массы пластин щелочные аккумуляторы разделяются на серебряно- цинковые (СЦ), кадмиевоникелевые (КН) и железоникелевые (ЖН). В кислотных аккумуляторах пластины свинцовые (С).

В щелочных и кислотных аккумуляторах, находящихся в эксплуатации, непрерывно повторяется замкнутый цикл электрохимических преобразований. С каждым циклом аккумуляторы изнашиваются (стареют) и приходят в негодность. Период существования аккумуляторов в днях или количество циклов заряда-разряда принято называть долговечностью.

Долговечность аккумуляторов зависит от состояния, в котором они находятся (в сухом незаряженном, в залитом и отформированном, но разряженном или в заряженном); условий введения в действие (качество работ по формировке)

и дальнейшей их эксплуатации; ресурса, заложенного в электрохимическую систему и конструкцию аккумуляторов.

Долговечность аккумуляторов различна. У одних при нормальных условиях эксплуатации она составляет не более чем 10 циклов, у других достигает 100 и 1000 циклов. Разность потенциалов между полюсами аккумулятора при разомкнутой внешней цепи — это электродвижущая сила (ЭДС). В полностью заряженном аккумуляторе в зависимости от электрохимической системы она составляет приблизительно 1,3 — 2 В. Напряжение аккумулятора — это разность потенциалов между полюсами аккумулятора под нагрузкой. Сравнительно невелики электродвижущая сила и напряжение на клеммах одного аккумулятора. Для получения достаточно больших значений напряжения или заряда отдельные аккумуляторы соединяют между собой перемычками последовательно или параллельно в батареи. При последовательном соединении, т. е при соединении положительного полюса одного элемента с отрицательным полюсом другого (соседнего) и т. д., можно составить батарею с необходимым большим напряжением, так как при этом напряжение аккумуляторов складывается.

Количество аккумуляторов в штуках, необходимое для укомплектования батарей, определяем по формуле

$$n_б = U_п / U_а,$$

где $U_п$ — напряжение питания потребителя, В; $U_а$ — напряжение одного полностью заряженного аккумулятора, В, соответствующее току потребителя.

При параллельном соединении аккумуляторов, т. е. при соединении положительных полюсов всех элементов между собой и отрицательных полюсов также между собой, можно составить батарею большой емкости с напряжением, равным номинальному напряжению одного аккумулятора, так как при этом емкости аккумуляторов складываются.

Под отдаваемой емкостью следует понимать максимальное количество электричества в кулонах (ампер-часах)*, которое аккумулятор отдает при разряде до выбранного конечного разрядного напряжения. В условном обозначении типа аккумулятора приводится номинальная емкость, т. е. емкость при нормальных условиях разряда (при разряде номинальным током).

Коэффициент отдачи — это отношение количества электричества, Кл (А · ч), отданного аккумулятором при полном разряде, к количеству, полученному при заряде, Кл (А·ч).

---

* 3600 Кл = 1 А·ч.

Коэффициент полезного действия аккумулятора — это отношение количества электричества, Кл (А · ч), которое он отдает потребителю, разряжаясь до установленного предела для продолжения нормальной работы последнего, к количеству, полученному им при заряде, Кл (А · ч).

Значение коэффициента полезного действия всегда меньше значения коэффициента отдачи. Для облегчения выбора соответствующего потребителю энергии аккумулятора сравним некоторые характеристики.

Таблица 1

Зависимость удельной энергии от температуры окружающей среды

Аккумулятор	Удельная энергия, Вт · ч/кг, при температуре, °С			
	+20	0	—20	—40
Свинцово-кислотный	36	29	18	8
Кадмиевоникелевый:				
ламельный	20	16	11	5
безламельный	38	33	26	19
Железоникелевый	18	13	9	—
Серебряно-цинковый	90	75	35	6

Из табл. 1 видно, что весовая удельная энергия серебряно-цинковых аккумуляторов в значительно большей степени, чем других, зависит от температуры. Примерно так же зависит от температуры объемная удельная энергия аккумуляторов.

Таблица 2

Изменение разрядного напряжения при 10-часовом режиме разряда

Аккумулятор	Изменение напряжения, % от начального, в зависимости от степени разряженности аккумулятора				
	20	40	60	80	100
Свинцово-кислотный	3	4,5	5	7	12
Кадмиевоникелевый безламельный	8	12	14	15	20
Серебряно-цинковый при заряде током:					
постоянным	4	16	16	17	20
асимметричным переменным	6	6	6	7	10

Из табл.2 видно, что в процессе разряда напряжение аккумулятора постепенно и плавно уменьшается. В серебряно-цинковом аккумуляторе напряжение изменяется только в момент перехода с верхней ступени разрядной кривой на нижнюю, а затем удерживается стабильно почти до полного разряда. Самым стабильным напряжением обладает серебряно-цинковый аккумулятор, заряженный асимметричным током.

Наиболее долговечными по количеству циклов заряда-разряда являются кадмиево-никелевые ламельные и железо-никелевые аккумуляторы, а наименее долговечными — серебряно-цинковые (табл. 3). Такое же положение с сохранностью залитого электролитом аккумулятора. Хуже всех сохраняются свинцово-кислотные и серебряно-цинковые аккумуляторы.

Таблица 3

Сравнение некоторых эксплуатационных характеристик аккумуляторов

Аккумулятор	Долговечность, цикл	Саморазряд за 1 мес при 20 °С, %	Сохранность		Влияние на аппаратуру и обслуживающий персонал
			без электролита	с электролитом	
Свинцово-кислотный	60—300	20—30	Не менее 3—5 лет	Не более 2 мес*	Наиболее вредны из всех аккумуляторов
Кадмиевоникелевый:					
ламельный	Не менее 1000	15—20	Не менее 5 лет	Не менее 2 лет	Менее вредны, чем кислотные
безламельный	200—400	15—20	Не менее 5 лет	Не менее 2 лет	
Железоникелевый	Не менее 1000	40—60	Не менее 5 лет	Не менее 2 лет	
Серебряно-цинковый	50—100	5—15	Не менее 5 лет	6—9 мес	Наименее вредны из всех аккумуляторов

* Без проведения тренировочных циклов.

Они очень чувствительны к влияниям электролита при бездействии. Для продления срока сохранности необходимо не реже 1 раза в 1 мес проводить разрядно-зарядный цикл.

Наибольшая скорость саморазряда у железоникелевых и свинцово-кислотных аккумуляторов. Наиболее устойчивые к саморазряду серебряно-цинковые аккумуляторы. По вредности влияния на аппаратуру и на здоровье людей наиболее опасны кислотные аккумуляторы и наименее — серебряно-цинковые. Однако это не значит, что на аккумуляторных станциях, обслуживающих серебряно-цинковые аккумуляторы, не требуется выполнения правил техники безопасности и охраны труда.

Очень важной характеристикой аккумуляторов, которую должен знать обслуживающий персонал аккумуляторной станции, является ориентировочная относительная стоимость 1 Вт · ч энергии, полученной от различных типов аккумуляторов примерно одинаковой емкости (табл. 4).

Таблица 4

Относительная стоимость 1 Вт · ч энергии, получаемой от аккумуляторов

Аккумулятор	Относительная стоимость 1 Вт · ч
Свинцово-кислотный	1
Кадмиевоникелевый:	
ламельный . . .	3
безламельный . .	13
Железоникелевый	2
Серебряно-цинковый	15

Как видно из табл. 4, дороже всего обходится энергия, получаемая от серебряно-цинковых и кадмиевоникелевых безламельных аккумуляторов, и дешевле — от свинцово-кислотных, принятых в данном случае для сравнения за единицу.

При выборе аккумуляторной батареи для питания конкретного потребителя необходимо узнать режим работы (постоянный или периодический); характер изменения нагрузки (плавный или ступенчатый); диапазон изменения силы тока и напряжения; температуру окружающей среды и др.

После принятия решения о типе и количестве аккумуляторов для укомплектования батареи, если для данного случая не была подобрана готовая типовая батарея, приступают к формировке структуры активного вещества аккумуляторов, необходимой для ввода их в действие. Работы по формировке и дальнейшему обслуживанию аккумуляторов выполняют в соответствии с заводскими инструкциями.

Аккумуляторы поставляются сухими незаряженными, залитыми отформированными и разряженными или заряженными, что оговорено в договоре о поставках. Однако аккумуляторщик

перед работой в любом случае должен убедиться, в каком состоянии аккумуляторы поступили.

Отформированные и заряженные рабочим зарядом аккумуляторы, собранные в батареи, соответствующие потребителю энергии по напряжению и снимаемому с них току, вводятся в эксплуатацию. При работе они разряжаются и загрязняются. В них снижается уровень электролита, образуется налет солей электролита на деталях и крышке. Это отрицательно сказывается на емкости и на дальнейшей работоспособности, поэтому за аккумуляторами должны быть установлены соответствующий уход и периодический контроль степени разряженности.

Для восстановления заряда аккумулятор поступает на аккумуляторную станцию.

II. ЩЕЛОЧНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

1. СЕРЕБРЯНО-ЦИНКОВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Назначение аккумуляторов и требования к ним. Серебряно-цинковые аккумуляторы в настоящее время широко применяются во многих областях науки и техники. Коэффициент полезного действия их составляет 0,85. Благодаря высоким удельным характеристикам по сравнению с другими аккумуляторами, они не имеют конкурентов, когда решается вопрос применения их на изделиях, где габаритные размеры и удельная емкость являются решающим фактором.

Важным свойством серебряно-цинковых аккумуляторов является большая устойчивость напряжения под нагрузкой на всем участке нижней ступени разрядной кривой. При разряде малыми токами напряжение практически не изменяется и составляет 1,53—1,54 В, а при разряде номинальными токами — 1,5 — 1,51 В. Благодаря этому свойству, серебряно-цинковые аккумуляторы являются незаменимыми источниками тока для питания измерительной аппаратуры, точность работы которой зависит от стабильности подводимого напряжения. Отдельные типы серебряно-цинковых аккумуляторов могут отдавать аккумулированную энергию при разряде большими токами (200—300 А) за короткое время (3—5 мин).

К преимуществам рассматриваемых аккумуляторов относится малая зависимость их общей емкости при режимах разряда большими токами. Однако при этом температура электролита в аккумуляторе повышается до 90—100 °С, что отрицательно сказывается на сепараторной пленке и вызывает

бурную коррозию цинкового электрода. Поэтому форсированные разряды используют в исключительных случаях.

В начале и в конце работы (разряда) аккумуляторы, заряженные постоянным током, при относительной влажности окружающей среды 65 ± 15 %, температуре от 15 до 50 °С для СЦС, СЦК и от 10 до 40 °С — для СЦД, СЦМ, СЦБ должны отвечать требованиям, изложенным в табл. 5. При различных

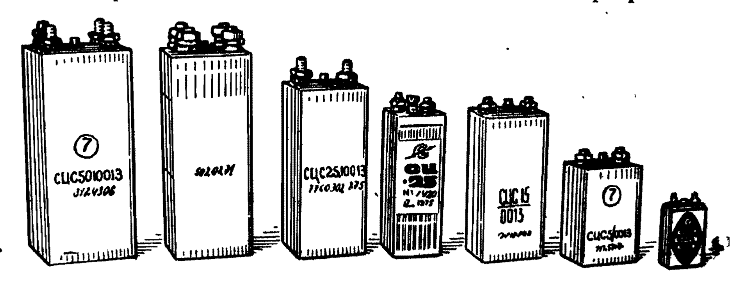


Рис. 1. Общий вид серебряно-цинковых аккумуляторов типа СЦС-50, СЦК-45, СЦС-25, СЦ-25, СЦС-15, СЦС-5 и СЦС-1,5.

режимах разряда при температуре 0 °С допускается снижение напряжения аккумуляторов СЦС и СЦК до 15 % и емкости до 20 % при 30—60-минутном режиме разряда (когда аккумулятор разряжается потребителем за 30—60 мин) и снижение напряжения и емкости до 10 % — при 10-часовом режиме разряда. В аккумуляторах типа СЦД, СЦМ допускается снижение напряжения до 5 % и емкости до 10 %, а типа СЦБ — соответственно до 5 и 40 %.

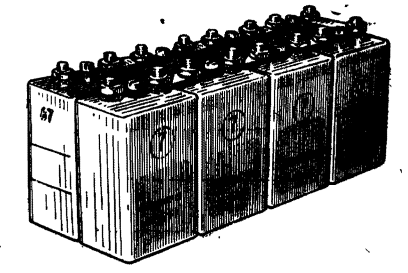


Рис. 2. Общий вид батареи из восьми серебряно-цинковых аккумуляторов тига СЦС-5.

Конструкция и принцип действия аккумуляторов. Аккумулятор конструктивно представляет собой сосуд с электролитом и двумя электродами в нем (положительным и отрицательным), от которых отходят отводы к борнам (клеммам), смонтированным на крышке. На крышке аккумулятора у борнов нанесены соответствующие полюсам знаки «+» и «—». Торцы положительных борнов окрашены в красный цвет. Общий вид некоторых серебряно-цинковых аккумуляторов отечественного производства показан на рис. 1 и 2.

Активная масса пластины положительного электрода состоит из серебряного порошка, спрессованного на каркасе из

Таблица 5

Электрические характеристики серебряно-цинковых аккумуляторов, заряженных постоянным током

Тип	Исполнение	Режим разряда: 30-минутный, Ток, А	30-минутный, Емкость, не менее, кКл (А·ч)	30-минутный, Напряжение, В: начальное, не более	30-минутный, Напряжение, В: конечное, не менее	1-часовой, Ток, А	1-часовой, Емкость, не менее, кКл (А·ч)	1-часовой, Напряжение, В: начальное, не более	1-часовой, Напряжение, В: конечное, не менее
СЦК-3		6	11 (3)						
СЦК-18		35	50 (14)						
СЦК-25	0012	50	72 (20)	1,81	1,2				
СЦК-40		80	126 (35)						
СЦК-50		100	162 (45)						
СЦК-45	0013	90	144 (40)			—	—	—	—

Тип	Исполнение	Режим разряда: 30-минутный, Ток, А	30-минутный, Емкость, не менее, кКл (А·ч)	30-минутный, Напряжение, В: начальное, не более	30-минутный, Напряжение, В: конечное, не менее	1-часовой, Ток, А	1-часовой, Емкость, не менее, кКл (А·ч)	1-часовой, Напряжение, В: начальное, не более	1-часовой, Напряжение, В: конечное, не менее
СЦС-25						25	94 (26)		
СЦС-40						40	137 (38)		
СЦС-50	0013					50	183 (51)	1,84	1,3
СЦС-70						70	259 (72)		
СЦС-100		—	—	—	—	100	360 (100)		
СЦС-120						120	432 (120)		

СЦК-3		6	9 (2,5)						
СЦК-18		35	45 (12,5)						
СЦК-25		50	65 (18)	1,8	1,25				
СЦК-40	2013	80	108 (30)						
СЦК-45		90	126 (35)						
СЦК-50		100	144 (40)						
СЦС-3						3	15 (4,2)		
СЦС-5						5	25 (7)		
СЦС-12						12	32 (9)		
СЦС-15						15	50 (14)		
СЦС-18						18	67 (18,5)		

СЦС-3							
СЦС-5					5	23 (6,5)	
СЦС-12					12	29 (8)	
СЦС-15					15	45 (12,5)	
СЦС-18					18	54 (15)	
СЦС-25	2013				25	86 (24)	1,83
СЦС-40					40	126 (35)	
СЦС-50					50	168 (47)	
СЦС-70					70	241 (67)	
СЦС-100					100	334 (93)	
СЦС-120					120	396 (110)	
СЦС-50	2014				50	168 (47)	

Продолжение табл. 5

Тип	Исполнение	Режим разряда											
		3-часовой				10-часовой				20-часовой			
		Ток, А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В		Ток, А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В		Ток, А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В	
				начальное, не более	конечное, не менее			начальное, не более	конечное, не менее			начальное, не более	конечное, не менее
СЦК-3	0012					0,5	14,4 (4)						
СЦК-12						3	67 (18,5)						
СЦК-25						6	97 (27)						
СЦК-40						7	173 (48)						
СЦК-50						8	198 (55)						
СЦК-45	0013					6	173 (48)						
СЦК-3						0,5	12,6 (3,5)						
СЦК-18						3	59 (16,5)						
СЦК-25						6	92 (25,5)						

СЦК-40	2013					7	158 (44)	1,86	1,35	—	—	—	—
СЦК-45		—	—	—	—	6	173 (48)						
СЦК-50						8	187 (52)						
СЦС-3	0013					0,5	16,4 (4,5)						
СЦС-5						1	29 (8)						
СЦС-12						1,5	36 (10)						
СЦС-15							54 (15)						
СЦС-18						2	72 (20)						
СЦС-25						3	108 (30)						
СЦС-40						5	152 (42)						
СЦС-50						6	180 (50)						
СЦС-70						10	288 (80)						
СЦС-100							396 (110)						
СЦС-120						12	468 (130)						
СЦС-3						0,5	16,4 (4,5)						
СЦС-5						1	29 (8)						

Продолжение табл. 5

Тип	Исполнение	Режим разряда											
		3-часовой				10-часовой				20-часовой			
		Ток, А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В		Ток, А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В		Ток, А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В	
				начальное, не более	конечное, не менее			начальное, не более	конечное, не менее			начальное, не более	конечное, не менее
СЦС-12						1,5	36 (10)			—	—	—	—
СЦС-15							54 (15)						
СЦС-18	2013	—	—	—	—	2	72 (20)						
СЦС-25						3	108 (30)						
СЦС-40						5	152 (42)						
СЦС-50						6	180 (50)						
СЦС-70						10	288 (80)						
СЦС-100							396 (110)						
СЦС-120						12	468 (130)						

СЦС-50	2014					6	180 (50)						
СЦМ-3		1	11 (3)			0,4	14,4 (4)						
СЦМ-5		2	18 (5)			0,5	20 (5,5)						
СЦМ-12		3	25 (7)			0,8	29 (8)						
СЦМ-15		3,5	38 (10,5)	1,83	1,4	1,3	43 (12)	1,86	1,4				
СЦМ-18	2025	5	47 (13)			1,5	54 (15)						
СЦМ-25		8	83 (23)			2,5	90 (25)						
СЦМ-50		13	144 (40)			4,5	162 (45)						
СЦМ-70		20	198 (55)			6,0	216 (60)						
СЦБ-5										0,5	7,2 (2)		
СЦБ-25										2	22 (6)	1,62	1,4
СЦБ-40	2014									2,5	36 (10)		
СЦБ-50										3	54 (15)		
СЦБ-70										5	90 (25)		
СЦБ-50	22142									3	72 (20)		

Продолжение табл. 5

Тип	Исполнение	Режим разряда											
		3-часовой				10-часовой				20-часовой			
		Ток, А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В		Ток А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В		Ток, А	Емкость, не менее, кКл (А · ч)	Напряжение, В	
				начальное, не более	конечное, не менее			начальное, не более	конечное, не менее			начальное, не более	конечное, не менее
СЦБ-70	20242	—	—	—	—	—	—	—	—	5	126 (35)		
СЦД-3	2013	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	22 (6)	1,86	1,4
СЦД-5	2013	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	43 (12)	1,86	1,4
СЦД-12	2013	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	47 (13)	1,86	1,4
СЦД-15	2013	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3	65 (18)	1,86	1,4
СЦД-18	2013	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	90 (25)	1,86	1,4

СЦД-25										2,5	144 (40)	
СЦД-40										4,5	252 (70)	
СЦД-50										5,5	306 (85)	
СЦД-70										8	468 (130)	
СЦД-70А											468 (130)	

Примечания: 1. Если при 30-минутном, 1-часовом и т. п. режиме разряда током данного режима аккумулятор разрядится до указанного конечного напряжения, то он отдает емкость, соответствующую этому режиму разряда. Например: если при 30-минутном режиме разряда аккумулятор типа СЦК-3 разрядится током 6 А до напряжения 1,2 В, то он должен отдать емкость не менее 10,8 кКл (3 А • ч).

2. Емкость аккумуляторов указана для начального периода их службы; в дальнейшем допускается некоторое снижение емкости в пределах, допустимых производственно-техническими требованиями к обслуживанию потребителя энергии. Аккумуляторы емкостью ниже 60 % от первоначальной считаются непригодными для дальнейшей эксплуатации и могут быть использованы в учебных целях, на неответственных работах или списаны.

3. Допускается в исключительных случаях разряд аккумуляторов типа СЦК и СЦС токами, в 1,5—2 раза превышающими указанные, и кратковременными (несколько секунд), в 5—10 раз превышающими приведенные.

4. Допускается как исключение разряд аккумуляторов СЦД и СЦМ токами, меньшими указанных в табл. 5 в 5 раз и более, но при этом теряется емкость в последующих циклах до 50 %.

5. Для аккумуляторов СЦБ допускается повышение напряжения после рабочего заряда до 1,85 В. Характеристики аккумуляторов СЦБ исполнения 2024 и 2034 соответствуют характеристикам, указанным для исполнения 2014.

6. Данные типы аккумуляторов рассчитаны на обеспечение указанных в таблице характеристик и при некоторых усложняющихся условиях эксплуатации, оговоренных в заводской инструкции.

серебряной проволоки, отрицательного электрода — из окиси цинка (75 %) с добавкой металлического цинка (25 %). Пластины положительного и отрицательного электродов чередуются. Для предотвращения короткого замыкания между пластинами они разделены между собой сепараторами. Сепараторы для серебряно-цинковых аккумуляторов изготовляют из гидратцеллюлозной пленки. После пропитки электролитом эта пленка приобретает ионную проводимость.

Для приведения в действие залитого и пропитанного электролитом аккумулятора необходимо к нему подвести зарядный постоянный или выпрямленный переменный ток. При заряде на положительных электродах происходит окисление металлического серебра (Ag) до полуокиси (Ag_2O) и частично до окиси серебра (AgO), на отрицательных — восстановление окиси цинка (ZnO) до металлического цинка (Zn).

Химические преобразования при заряде и разряде аккумулятора, происходящие на электродах, схематично можно представить следующим образом.

До заряда (в разряженном аккумуляторе)		После заряда (в заряженном аккумуляторе)	
Положительный электрод	Отрицательный электрод	Положительный электрод	Отрицательный электрод
2Ag	ZnO	Ag_2O	Zn
и частично Ag	ZnO	AgO	Zn

Эти преобразования происходят в каждом зарядно-разрядном цикле вследствие окислительно-восстановительных реакций на электродах, которые можно выразить следующими уравнениями:

До заряда После заряда

$$2Ag + ZnO \underset{\text{Разряд}}{\overset{\text{Заряд}}{\rightleftarrows}} Ag_2O + Zn$$

$$Ag + ZnO \underset{\text{Разряд}}{\overset{\text{Заряд}}{\rightleftarrows}} AgO + Zn$$

Таким образом осуществляются многоразовые цикличные электрохимические преобразования активной массы аккумулятора, которые сопровождаются при заряде накапливанием, а при разряде — отдачей электроэнергии потребителю.

При химической реакции электролит не расходуется, вследствие чего его концентрация в процессе заряда и разряда остается практически постоянной. Электролит при этом является проводником электрического тока.

Долговечность и сроки хранения аккумуляторов. Долговечность аккумуляторов зависит от типа, соблюдения правил хранения и режима эксплуатации (табл. 6). Долговечность аккумуляторов, которые хранят в залитом и заряженном состоянии, будет менее указанной в табл. 6, так как при этом активнее разрушается гидратцеллюлозная пленка сепаратора, чем в разряженных аккумуляторах. Гидратцеллюлозная пленка постепенно теряет свои свойства, и в аккумуляторе возможно появление внутреннего короткого замыкания. Большое влияние на долговечность оказывают также условия хранения аккумуляторов, находящихся в бездействии, поэтому для более рационального использования аккумуляторов необходимо создавать условия для обслуживания и хранения, а также не следует допускать длительного их нахождения в бездействии после отформирования.

Таблица 6

Сроки хранения и долговечность серебряно-цинковых аккумуляторов

Тип	Срок хранения			Долговечность*, циклов
	в сухом виде, лет		в залитом разряженном состоянии, мес	
	общий	практический до		
СЦД	5,5	7	6	5
СЦК	5,5**; 3,5***	7	6**; 4***	10
СЦС	5,5	7	6	25
СЦМ	5,5	7	9	100
СЦБ	5,5	7	9	50

* Без учета формировочных циклов заряда—разряда.
** Для исполнения 0013.
*** Для исполнения 2013.

Приведение аккумуляторов в рабочее состояние. В рабочее состояние аккумуляторы приводятся квалифицированными лицами на зарядных станциях, оснащенных необходимым оборудованием. Объем работы и последовательность выполнения операций по приведению аккумуляторов в действие зависит от их состояния. Аккумуляторы бывают сухими; залитыми электролитом отформированными, но разряженными; заряженными.

Для приведения в рабочее состояние аккумуляторов, находящихся в сухом, не залитом электролитом состоянии, им надо сообщить два зарядно-разрядных цикла, при этом активной массе электродов придается необходимая структура.

Процесс принято называть формировкой, а заряды и разряды при этом процессе — формировочными.

Процесс формировки состоит из следующих операций:

а) внешний осмотр и проверка аккумуляторов проводятся аналогично проверке, выполняемой при поступлении их от поставщика;

б) заливка аккумуляторов электролитом и пропитка активной массы электродов и сепараторов;

в) проведение поочередно двух зарядов и разрядов в следующей последовательности:

заряд постоянным или выпрямленным переменным током или заряд асимметричным переменным током;

разряд с помощью разрядного устройства.

Между зарядами и разрядами аккумуляторы должны быть поставлены на отдых на время, не менее чем 1 ч;

г) сообщение рабочего заряда аккумуляторам после двух формировочных циклов заряда-разряда.

После проведения рабочего заряда и установления, что не менее чем через 1 ч ЭДС заряженных аккумуляторов соответствует норме, последние могут быть введены в эксплуатацию.

При необходимости производятся второй формировочный разряд контрольным циклом заряда-разряда, а также подразряд аккумуляторов.

Для приведения в рабочее состояние аккумуляторов, залитых электролитом отформированных, но разряженных в работе, или для длительного хранения проводят внешний осмотр и проверку их, как при поступлении от поставщика. Дополнительно подлежат проверке уровень электролита, чистота пробок (клапанов) и борнов. При необходимости доливают до уровня немного ниже верхней красной черты электролит, предназначенный для данного типа аккумуляторов.

При загрязнении корпус аккумулятора и детали на нем очищают от солей щелочи и грязи. Борны и корпус протирают марлей, смоченной дистиллированной водой и отжатой, затем — сухой чистой ветошью. Клапаны тщательно промывают водопроводной, а затем дистиллированной водой, после чего встряхивают, выдувают изнутри воду, протирают сухой чистой ветошью и ввертывают их в заливные отверстия неплотно.

Затем измеряют ЭДС каждого аккумулятора. Если она соответствует норме для разряженного аккумулятора (1,56—1,58 В), производят рабочий заряд.

Батарея, находившаяся в эксплуатации, может поступить на аккумуляторную станцию частично разряженной, поэтому для снятия остаточной снимаемой емкости и лучшего принятия последующего заряда ее перед рабочим зарядом нужно доразрядить. При необходимости после рабочего заряда произ-

водят подразряд. Через 1 ч с плотно ввинченными пробками батарея может быть введена в работу. Более точный результат можно получить, если ЭДС измерить через 24 ч после рабочего заряда, так как не во всех случаях в неисправном аккумуляторе дефект выявляется в течение 1 ч. Если при проверке ЭДС хотя бы одного аккумулятора окажется ниже допустимой нормы для данного типа аккумуляторов при нормально разряженном состоянии (1,56—1,58 В), то всю батарею необходимо поставить на контрольный цикл заряда—разряда. Если батарея поступила на аккумуляторную станцию после использования в работе не полностью разряженной, ее нужно доразрядить и только после этого поставить на контрольный цикл заряда и разряда. В обоих случаях после контрольного разряда эти батареи должны получить рабочий заряд. Между зарядами и разрядами батарея должна быть поставлена на отдых не менее чем на 1 ч. Не менее чем через 1 ч после рабочего заряда нужно измерить ЭДС заряженных аккумуляторов, готовых к работе. Если ЭДС соответствует норме (для аккумуляторов, заряженных постоянным током,—1,84 В и асимметричным током — 1,82 В), то батарея эта может быть выдана в работу.

Если батарея предназначена для питания ответственного потребителя, а ЭДС одного или нескольких аккумуляторов отклоняется от нормы, то ее качество должно быть дополнительно проанализировано по полученным данным контрольного разряда следующим образом.

По времени контрольного разряда до нормы, установленной для определения емкости аккумулятора (для СЦС — до напряжения 1,3 В, для СЦК — 1,25 В и для СЦМ, СЦД и СЦБ — 1,4 В), нужно определить емкость каждого аккумулятора и вывести отношение в процентах этой фактической емкости к номинальной данного типа. Время протекания контрольного разряда каждого аккумулятора, входящего в батарею, должно быть зафиксировано в журнале (приложение 1). По выведенному отношению фактической емкости к номинальной можно решить вопрос о возможности дальнейшего использования этой батареи в данном составе аккумуляторов.

Желательно, чтобы батарея состояла из аккумуляторов одинаковой емкости, однако на практике батареи состоят из аккумуляторов, уже прошедших несколько циклов заряда—разряда. Поэтому в зависимости от требований со стороны потребителя электрического тока, предъявляемых к источнику питания, следует практически установить, при каком отношении фактической емкости к номинальной батарея сможет обеспечить выполнение этих требований. Для этого необходимо знать, какую силу тока потребляет питаемый прибор

и сколько времени ему потребуется питание от аккумуляторов. Если, например, потребуется ток силой 2,5 А в течение 4 ч, то каждый аккумулятор батареи должен обладать отдаваемой емкостью не менее 2,5 · 4 = 10 А · ч (36 кКл), т. е. батарея должна иметь относительную отдаваемую емкость не менее 67 % (10/15 · 100, где 15 — номинальная емкость аккумулятора). Значит, для данного потребителя батарея должна быть укомплектована аккумуляторами, обладающими отдаваемой емкостью не менее 36 кКл (10 А · ч) каждый. Если же хотя бы один из аккумуляторов, составляющих батарею, обладает емкостью меньшей, то последняя не обеспечит работу потребителя. Под отдаваемой емкостью для данного потребителя подразумевается следующее.

Потребитель энергии аккумуляторов, например, питается током 2,5 А при напряжении $7{,}5^{+1}_{-0,3}$ В. Известно, что напряжение аккумуляторов к концу разряда снижается и что конец разряда наступает тем быстрее, чем большей силой тока аккумулятор отдает заряд. Батарея, например, состоит из 5 аккумуляторов типа СЦС-15.

В данном случае конец разряда батареи должен быть зафиксирован для подсчета емкости аккумуляторов при напряжении не менее 7,2 В (7,5—0,3 В) или 1,44 В (7,2:5) в среднем на один аккумулятор. Следовательно, если принять, что все аккумуляторы идеально одинаковой емкости, то для удовлетворения рассматриваемого потребителя электроэнергии каждый аккумулятор должен отдать ему 36 кКл (10 А·ч) энергии и в конце работы обладать напряжением не ниже 1,44 В.

Однако при общем напряжении батареи в конце разряда 7,2 В не на всех аккумуляторах напряжение будет соответствовать среднему (1,44 В), поэтому при контрольном разряде батареи следует контролировать напряжение на каждом аккумуляторе и общее напряжение батареи. Это позволяет своевременно зафиксировать время окончания разряда батареи до 7,2 В при условии, что на самом слабом аккумуляторе напряжение будет не менее 1,3 В (предел разряда аккумуляторов СЦС, установленный для определения емкости). Затем по времени разряда батареи до 7,2 В и силе тока, с которой разряжалась батарея на разрядном устройстве, определим фактическую емкость $C_ф$. Если она окажется 36 кКл (10 А · ч) или больше, то батарея годна. В противном случае батарея не сможет обеспечить питаемый объект достаточным количеством электричества.

Если батарея удовлетворяет условиям потребителя энергии, ей следует после контрольного разряда сообщить рабочий заряд. После этого батарею можно ввести в работу. Если же

рассматривать батарею отдельно от потребителя, то к оценке ее качества следует подойти несколько иначе.

Для того чтобы решить, все ли аккумуляторы, составляющие батарею, равноценны и можно ли оставить ее с этим составом аккумуляторов для дальнейшей эксплуатации, необходимо определить фактическую емкость каждого аккумулятора и фактическую емкость батареи в процентах. По этим данным находят отклонение емкости аккумуляторов от емкости батареи.

Например, батарея состоит из пяти аккумуляторов типа СЦС-15. Контрольным разрядным током $J_{р.к} = 15$ А аккумуляторы разрядились до 1,3 В (предельное напряжение в конце контрольного разряда для подсчета емкости аккумулятора): № 1 — за 15 мин (0,25 ч); № 2 — за 45 мин (0,75 ч); № 3 — за 47 мин (0,783 ч); № 4 — за 50 мин (0,833 ч); № 5 — за 51 мин (0,835 ч).

Определим фактическую емкость аккумулятора № 1 по данным контрольного разряда по следующей формуле, А · ч (кКл):

$$C_ф = J_{р.к}T_{р.к} = 15 \cdot 0,25 = 3,75\,(13,5),$$

где $T_{р.к}$ — время контрольного разряда, ч.

Определим в процентах фактическую емкость аккумулятора № 1 в момент проведения контрольного разряда по формуле

$$C_{ф1} = \frac{C_ф \cdot 100}{C_к} = \frac{3,75 \cdot 100}{14} \approx 27,$$

где $C_к$ — емкость аккумулятора данного типа (СЦС-15), равная 50,4 кКл (14 А · ч), при режиме контрольного разряда (см. табл. 12).

Аналогично определим в процентах фактическую емкость остальных аккумуляторов. Она составит для аккумулятора № 2 — 75 %, № 3 — 78 %, № 4 — 83 % и № 5 — 85 %.

Следовательно, для данной батареи, состоящей из пяти аккумуляторов, получим такой ряд чисел: 27, 75, 78, 83 и 85, из которого явно устанавливается, что аккумулятор № 1 не может быть в дальнейшем использован в данной батарее. Его необходимо заменить запасным аккумулятором по емкости, близкой к средней емкости остальных четырех аккумуляторов батареи:

$$C_{б.ср} = \frac{75 + 78 + 83 + 85}{4} \approx 80\%,$$

где 4 — количество аккумуляторов, участвующих при определении средней емкости батареи.

Если среди запасных имеется аккумулятор емкостью, близкой к 80 %, им можно заменить исключенный аккумулятор № 1 емкостью 27 %, т. е. перекомплектовать батарею.

Желательно чтобы отклонение процентов емкостей отдельных аккумуляторов от среднего (в данном случае 80 %) было как можно меньше, но это в практике не всегда можно осуществить, поэтому разброс значений емкостей неизбежен. В зависимости от жесткости требований потребителя и от возможностей подобрать равноемкостные аккумуляторы в каждом отдельном случае должно быть принято оптимальное решение, какие аккумуляторы исключить и какими их заменить. При этом следует учесть, что отдаваемая емкость самой батареи считается не по средней емкости, выведенной после перекомплектовки для пяти аккумуляторов, а по аккумулятору с наименьшей емкостью. В данном примере это аккумулятор № 2, если включенный аккумулятор взамен № 1 имеет емкость больше 75 %.

Пользуясь полученными и выведенными данными для любой испытываемой батареи, можно решить вопрос перекомплектовки батареи. Кроме того, с учетом условий эксплуатации аккумуляторов в хозяйстве и требований со стороны потребителей можно решить вопрос, при какой минимальной фактической емкости в процентах отдельный аккумулятор и батарея в целом не могут больше выдаваться в работу, т. е. будут подлежать списанию как изношенные.

Для более эффективного использования батареи необходимо при поступлении последней на аккумуляторную станцию после очередного ее пребывания в работе при внешнем осмотре, замере ЭДС и проведении рабочего заряда отмечать все отклонения от нормы, которые могут послужить основанием для решения вопросов: достаточно ли подвергнуть эту батарею доразряду и рабочему заряду, как это указано выше, и выдать ее в работу или ее следует подвергнуть контрольному разряду, т. е. более глубокому изучению, и при необходимости перекомплектовать ее.

Электролит и его приготовление. В серебряно-цинковых аккумуляторах в качестве электролита применяется раствор химически чистого едкого калия в дистиллированной воде с добавкой окиси цинка для предотвращения излишнего растворения окиси цинка в электролите из активной массы отрицательного электрода. Обычно готовый электролит плотностью 1,4 г/см^3 поставляется вместе с аккумуляторами этого типа в пластмассовой герметической таре емкостью 0,25 и 0,5 л в количестве, соответствующем норме расхода при заливке аккумуляторов для формировки структуры активной массы электродов, требующейся при вводе аккумуляторов в действие.

Электролит при токообразующей химической реакции не расходуется. Он при этом выполняет роль проводника электрического тока. В отформированных аккумуляторах при эксплуатации по различным причинам уровень электролита со временем снижается ниже предела, предусмотренного техническими условиями, и его необходимо восстанавливать путем доливки электролита, поэтому не всегда поставляемого электролита бывает достаточно для покрытия дополнительного расхода и его приходится приготавливать на аккумуляторной станции. В аккумуляторы необходимо доливать электролит, предназначенный только для данного типа аккумуляторов.

Электролит данного состава (щелочной) очень активен, он легко вступает в химическую реакцию с окружающей средой (воздухом, пылью, влагой) при соприкосновении с ней, поэтому его следует хранить в герметически закрытых сосудах из инертного к щелочи материала (стекло, фарфор, некоторые пластмассы и др.). При контакте с окружающей средой качество электролита резко снижается, вплоть до прихода в негодность. Поэтому при работе с электролитом (заливка в аккумуляторы, доливка, приготовление и др.) нужно стремиться по возможности сокращать время его нахождения в открытом сосуде. Электролит, кроме того, чрезвычайно химически активен с кислотами, поэтому категорически запрещается в щелочной аккумуляторной не только пользоваться, но и хранить кислоты даже в герметически закрытых сосудах. Посуда, ареометр, воронки и другие принадлежности, соприкасавшиеся с кислотой, не могут быть использованы при работе со щелочью. Следует иметь в виду, что хранить электролит в стеклянных сосудах с притертой пробкой нельзя, так как течением времени такую пробку невозможно будет извлечь.

Процесс приготовления электролита заключается в следующем. В дистиллированную воду комнатной температуры постепенно высыпают гранулы едкого калия непрерывно, перемешивая стеклянной (или из другого инертного материала) палочкой для того, чтобы растворение происходило активнее и равномерно во всем объеме жидкости. Нельзя допускать скопления гранул при растворении, так как это может вызвать местный перегрев и разрушение сосуда, особенно стеклянного. Для приготовления электролита рекомендуется применять свежую дистиллированную воду, содержащуюся в чистом плотно закрытом стеклянном сосуде.

Для получения 1 л электролита плотностью 1,4 г/см^3 приблизительно на 0,75 л дистиллированной воды необходимо 560 г гранул едкого калия и 80 г окиси цинка на 1 л раствора. После охлаждения раствора до комнатной температуры измеряют плотность с помощью ареометра и при необходимости

доводят ее до указанной нормы. Если плотность получилась больше нормы, надо долить дистиллированную воду, а если меньше — добавить едкий калий. Если химически чистый едкий калий плотностью больше 1,4 г/см^3 поставляется не в гранулах, а в жидком состоянии, в него нужно долить необходимое количество дистиллированной воды до доведения плотности раствора до 1,4 г/см^3 и затем добавить 80 г окиси цинка на 1 л этого раствора. Приготовленный электролит, охлажденный до комнатной температуры, может быть использован для заливки в аккумуляторы, а остаток — можно хранить в герметически закрытом сосуде из инертного материала.

Заливка и пропитка электролитом аккумуляторов, поставляемых в сухом состоянии. Для введения серебряно-цинковых аккумуляторов в действие первоначально необходимо залить и пропитать их электролитом. Заливка электролита в бачок должна по возможности производиться быстро с таким расчетом, чтобы активная масса аккумулятора была одновременно залита. Для этого необходимо заранее вывернуть пробки из аккумуляторов, подготовить необходимое количество электролита и принадлежности для заливки: дозатор или пипетку вместимостью не меньше вместимости одного аккумулятора, медицинский шприц (для малых аккумуляторов), чистую ветошь и нейтрализующий раствор на случай попадания электролита не по назначению.

С помощью дозатора, пипетки или шприца электролит желательно залить в аккумулятор в один прием в количестве, указанном в табл. 7. Уровень электролита при заливке должен быть максимальным, т. е. у верхней красной черты, нанесенной на боковой стенке аккумулятора. Если в течение 15—30 мин уровень электролита снизится, нужно снова долить электролит до верхней черты.

После заливки аккумуляторов электролитом нужно с помощью переносного вольтметра проверить на каждом из них наличие ЭДС. Аккумуляторы, на которых отсутствует ЭДС, могут случайно оказаться незалитыми или быть неисправными. Неисправные аккумуляторы необходимо заменить. В первые минуты после заливки электролита в аккумуляторе возникает ЭДС, значение которой не регламентируется, но может быть максимальным, предусмотренным конструкцией при залитом разряженном состоянии.

Если аккумуляторы отвечают указанным требованиям, их ставят на пропитку. Для пропитки электродов залитые аккумуляторы необходимо выдержать в течение времени, указанного в табл. 7. Лучших результатов при естественной пропитке электродов можно добиться, если увеличить время пропитки и изменить положение аккумуляторов. Желательно

Таблица 7

Количество заливаемого электролита в аккумуляторы и время пропитки

Тип	Количество заливаемого электролита, мл	Время пропитки, ч, не менее		Тип	Количество заливаемого электролита, мл	Время пропитки, ч, не менее	
		перед установкой в барокамеру	в естественных условиях			перед установкой в барокамеру	в естественных условиях
СЦК-3	12			СЦМ-15	25		
СЦК-18	45			СЦМ-18	40		
СЦК-25	70			СЦМ-25	65		
СЦК-40	120			СЦМ-50	125		
СЦК-45	120			СЦМ-70	200	10	20
СЦК-50	130			СЦБ-5	23		
СЦС-3	10			СЦБ-25	65		
СЦС-5 СЦС-12	23			СЦБ-40	105		
СЦС-15 СЦС-18	35	1	10	СЦБ-50	133		
СЦС-25	62			СЦБ-70	210		
СЦС-40	105			СЦД-3	10		
СЦС-50	130			СЦД-5 СЦД-12	23 30		
СЦС-70	210			СЦД-15	35		
СЦС-100	230			СЦД-18	42	5	15
СЦС-120	260			СЦД-25	65		
СЦС-70М	210			СЦД-40	105		
СЦМ-3	12			СЦД-50	133		
СЦМ-5	20			СЦД-70 СЦД-70А	210		
СЦМ-12	22						

Примечание. Для аккумуляторов типа СЦК, СЦС, СЦД время пропитки указано для трех или менее слоев сепаратора. При количестве слоев больше трех время пропитки в естественных условиях нужно увеличить до 20 ч. Количество слоев обозначается последней цифрой в исполнении аккумулятора. Например, в исполнении 0013 последняя цифра 3 означает 3 слоя сепаратора в аккумуляторе.

вначале поставить аккумуляторы под углом 30—45° к горизонтальной плоскости на 2—2,5 сут, затем изменить угол наклона в другую сторону и оставить их для пропитки еще на 2-2,5 сут. Для установки аккумуляторов под углом 30—45° к горизонтальной плоскости можно использовать простейшее приспособление, которое нетрудно изготовить из двух досок толщиной 15-20 мм, закрепленных под углом 90° (рис. 3). При установке аккумулятора, как показано на рис. 3, между стенкой корпуса аккумулятора и горизонтальной и вертикальной плоскостями приспособления образуется треугольник *ABC*. Если изменять соотношение сторон этого треугольника, можно определять размеры приспособления для любого типа аккумуляторов.

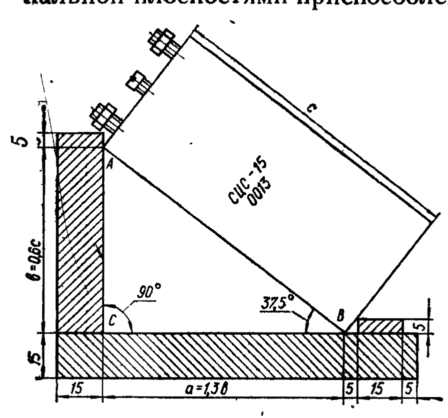


Рис. 3. Эскиз приспособления для установки на пропитку серебряно-цинковых аккумуляторов.

Соотношение размеров сторон a, b и c треугольника *ABC* на рис. 3 указано для среднего (оптимального) угла наклона аккумулятора, равного 37,5°. Для угла наклона 30° $b = 0,5\ c$ и $a = 1,7\ b$, для угла 45° $b = 0,7\ c$ и $a = в$, где c — высота корпуса аккумулятора. Длина приспособления принимается по количеству аккумуляторов, устанавливаемых одновременно для пропитки.

Пусть необходимо изготовить приспособление для пропитки 15 аккумуляторов типа СЦС-15 (3 батареи по 5 аккумуляторов). Высота корпуса аккумуляторов СЦС-15 $c = 103$ мм; ширина торцевой стенки корпуса 30 мм. Для изготовления приспособления принимается в данном случае оптимальный угол наклона 37,5°. Пользуясь соотношениями сторон треугольника, указанными на рис. 3, определяем $b = 0,6\ c = 0,6 \cdot 103 = 62$ мм и $a = 1,3\ b = 1,3 \cdot 62 = 81$ мм. Длина приспособления для 15 аккумуляторов $30 \cdot 15 = 450$ мм. Пользуясь рис. 3 и зная размеры деталей приспособления, приступаем к изготовлению.

Нахождение аккумуляторов на пропитке больше времени, указанного в табл. 7, не ухудшает их состояния. Во время пропитки естественным способом пробки аккумуляторов должны быть закрыты. Уровень электролита после пропитки должен быть немного ниже верхней красной черты, нанесенной на боковой стенке аккумулятора. При понижении уровня надо

долить электролит, а при завышении уровня — отлить без встряхивания, для чего можно воспользоваться пипеткой с надетым на нее наконечником из гибкой резиновой трубки.

На аккумуляторных станциях, оборудованных барокамерой, пропитка производится по следующей технологии. Для пропитки электродов аккумуляторы, залитые электролитом, выдерживают перед установкой в барокамеру в течение времени, указанного в табл. 7. После такой предварительной естественной пропитки уровень электролита должен быть немного ниже верхней красной черты на боковой стенке аккумулятора. При пониженном уровне нужно произвести доливку электролита.

Затем аккумуляторы с открытыми заливочными отверстиями устанавливают в барокамеру в один ярус. Давление в барокамере снижают до 8 кПа (60 мм рт. ст.) в течение 3—10 мин. Аккумуляторы при этом давлении выдерживают 5—7 мин, после чего давление постепенно поднимают до атмосферного в течение 3—10 мин. Указанный цикл работ повторяют пять раз, причем каждый следующий раз уменьшают остаточное давление на 1,3—2 кПа (10—15 мм рт. ст.) так, чтобы последний раз остаточное давление в барокамере не превышало 2 кПа (15 мм рт. ст.)

Затем аккумулятор извлекают из барокамеры, выдерживают 30—60 мин и проверяют уровень электролита визуально, держа аккумулятор в руках на свету, а при необходимости — наклоняя его из стороны в сторону. Уровень электролита должен находиться выше нижней красной черты на боковой стенке аккумулятора (примерно в середине между красными чертами). При необходимости поднимают или снижают уровень электролита (последний нужно долить или отлить). После этого пропитка считается оконченной, и аккумулятор ставят на заряд, при этом предварительно вворачивают неплотно пробки.

При работе с электролитом нужно строго соблюдать меры предосторожности, чтобы не допустить во время заливки попадания его на детали, смонтированные на крышке аккумулятора. При попадании его на кожу или слизистую оболочку человека необходимо принять срочные меры (приложение 2).

При пропитке в естественных условиях напряжение и емкость аккумулятора снижаются на 20 % по сравнению с пропиткой в барокамере, поэтому при выборе способа пропитки следует отдавать предпочтение пропитке в барокамере.

Заряд аккумуляторов постоянным или выпрямленным переменным током. После пропитки аккумуляторы заряжают нормальным зарядным постоянным током. Зарядный ток зависит от принятого режима заряда. Для серебряно-цинковых

аккумуляторов принят ток 10—20-часового режима в зависимости от типа аккумулятора (см. табл. 5). Отдельно для каждого типа аккумуляторов рекомендуемый режим и зарядный ток приведены в табл. 8.

Таблица 8

Номинальный зарядный ток и продолжительность заряда аккумуляторов постоянным или выпрямленным переменным током

Тип	Номинальный зарядный ток, А	Продолжительность заряда, ч	Тип	Номинальный зарядный ток, А	Продолжительность заряда, ч	Тип	Номинальный зарядный ток, А	Продолжительность заряда, ч
СЦК-3	0,5	9	СЦС-70	10	9	СЦБ-40	2,5	18
СЦК-18	3	7,5	СЦС-100	10	13	СЦБ-50	3	18
СЦК-25	6	5	СЦС-120	12	12	СЦБ-70	5	18
СЦК-40	7	8	СЦМ-3	0,3	16	СЦД-3	0,4	17
СЦК-45	6	9	СЦМ-5	0,45	15	СЦД-5	0,8	17
СЦК-50	8	7,5	СЦМ-12	0,6	15	СЦД-12	0,8	19
СЦС-3	0,5	11	СЦМ-15	0,8	16	СЦД-15	1,3	16
СЦС-5	1	10	СЦМ-18	0,8	18	СЦД-18	1,5	20
СЦС-12	1,4	10	СЦМ-25	2	16	СЦД-25	2,5	18
СЦС-15	1,5	12,5	СЦМ-50	3	17	СЦД-40	4,5	17
СЦС-18	2	11,5	СЦМ-70	5	15	СЦД-50	5,5	17
СЦС-25	3	12	СЦБ-5	0,5	18	СЦД-70	8	18
СЦС-40	5	9,5	СЦБ-25	2,5	18	СЦД-70А	8	18
СЦС-50	6	10						

Примечание. Формировочные рабочие и последующие эксплуатационные заряды необходимо проводить строго по указанному в табл. 8 времени, при этом не следует допускать превышения нормированного напряжения 2,02 В или предельного 2,1 В.

Для проведения заряда необходимо соединить положительный полюс батареи с положительным полюсом зарядного устройства (ЗУ). Аналогично надо соединить между собой и отрицательные полюсы. Затем следует поставить ручку автотрансформатора ЗУ в нулевое положение, для чего повернуть ее против часовой стрелки до отказа. Затем включают рубильник сети и плавным поворотом ручки автотрансформатора по часовой стрелке устанавливают стрелку амперметра на требующееся значение зарядного тока.

Для проверки правильности последовательного соединения элементов батареи между собой и батареи с зарядным устройством нужно с помощью переносного вольтметра проверить ЭДС на каждом аккумуляторе. Значение ее на всех элементах должно быть одинаковым. Дальнейшие операции по заряду заключаются в контроле протекания процесса: пери-

одически надо проверять напряжение на элементах батареи с помощью вольтметра, а батареи в целом—по вольтметру ЗУ. Вследствие изменения напряжения в сети стрелка амперметра может отклоняться от первоначального положения, поэтому следует периодически контролировать ее положение и возвращать в прежнее положение.

При напряжении аккумулятора 2,1 В последний больше не воспринимает заряда и на серебряных электродах начинает выделятся нежелательный кислород, который окисляет гидратцеллюлозную пленку и тем самым уменьшает ее прочность. Вместе с тем на цинковых электродах начинается выделение цинка в виде дендритов, которые могут легко проколоть пленку и привести к короткому замыканию аккумулятора, т. е. вывести его из строя. Следовательно, перезаряд для серебряно-цинкового аккумулятора губителен.

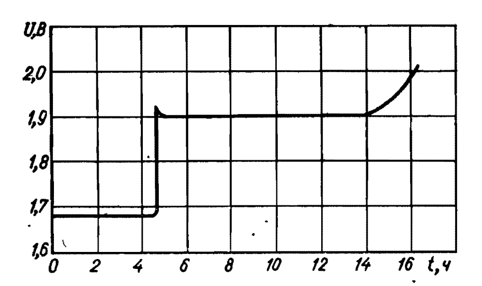


Рис. 4. Зарядная кривая серебряно-цинкового аккумулятора типа СЦС-15 при заряде током 1,5 А:
U-напряжение на одном аккумуляторе, В; *t*-время заряда, ч

Процесс заряда нужно контролировать систематически с помощью переносного вольтметра и по достигнутому в данный момент напряжению на каждом аккумуляторе и зарядной кривой (рис. 4) ориентироваться в продолжительности времени, оставшегося до конца заряда. В начале процесса заряда контролировать можно реже (через 1 ч), а к концу интервалы между проверками надо сократить до 10—5 мин и в конце — непрерывно. Предельное значение напряжения при заряде на одном аккумуляторе составляет 2,1 В, но для предупреждения перезаряда целесообразно прекращать заряд аккумуляторов СЦК, СЦС, СЦД и СЦМ при достижении напряжения 2,02 В, так как повышение напряжения от 2,02 до 2,1 В происходит за несколько минут. Заряд аккумуляторов СЦБ нужно прекращать при достижении напряжения 1,7 — 1,9 В.

Следует иметь в виду, что отдельные аккумуляторы в отличие от других составляющих батарею могут зарядиться до напряжения 2,1 В раньше времени заряда, указанного в табл. 8. Это будет означать, что данный аккумулятор неисправный. Его надо исключить из группы и поставить на проверку. Затем через 2 ч продолжить его заряд в прежнем режиме. Если же и после этого аккумулятор по сравнению с другими

снова быстро приобретет предельное напряжение, то его следует заменить новым. Для заключения о возможности его использования необходимо провести контрольный зарядно-разрядный цикл.

К концу заряда аккумуляторы достигают предельного напряжения, поэтому нужно следить за ними и своевременно отключать от ЗУ. Время отключения каждого аккумулятора фиксируют в журнале (приложение 1). На практике разрыв во времени отключения первого и последнего аккумуляторов может достигать 1 ч и более, что указывает на нежелательную неоднородность элементов батареи.

По журналу (приложение 1), куда заносятся записи процессов заряда и разряда, можно определить, какой из аккумуляторов более качественный. После использования в работе, когда батарея снова возвращается в аккумуляторную для профилактики, производятся последующие записи. Таким образом накапливаются данные, характеризующие каждый элемент батареи. Наличие систематических записей в журнале дает возможность обслуживающему персоналу аккумуляторной станций в любой момент знать состояние батареи в целом и каждого аккумулятора в отдельности и при необходимости своевременно производить перекомплектовку для подбора близких по заряду (емкости) аккумуляторов.

В процессе заряда на каждом из серебряно-цинковых аккумуляторов напряжение нарастает скачкообразно (ступенчато) (рис. 4).

На рис. 4 показана зарядная кривая серебряно-цинкового аккумулятора типа СЦС-15, заряжавшегося током 1,5 А. Кривая имеет явно выраженное двухступенчатое строение. В начале заряда, т. е. в первые минуты после подачи зарядного тока от ЗУ, на клеммах аккумулятора установилось напряжение 1,68 В. На таком уровне напряжения аккумулятор заряжался 5 ч. После этого напряжение практически скачкообразно поднялось до 1,92 В и при нем продолжался заряд 8 ч 45 мин. Затем снова напряжение начало резко нарастать и через 3 ч достигло значения 2,02 В, при котором рекомендуется прекращать заряд. Если заряд продолжить, то за 15—20 мин напряжение достигнет предельно допустимое значение 2,1 В. Аккумулятор, процесс заряда которого изображен на рис. 4, заряжался током 1,5 А в течение 16 ч 45 мин. Заряд на первой ступени занимал около 30 % общего времени заряда и на второй — около 70 %. Несмотря на то что время заряда данного аккумулятора оказалось на 4 ч 15 мин больше указанного в табл. 8, форма зарядной кривой полностью соответствует типовой, т. е. заряд протекал двухступенчато и на каждой ступени стабильно сохранялся уро-

вень напряжения: на первой ступени — 1,68 В и на второй — 1,92 В.

Ступенчатость объясняется следующим образом. На первой ступени серебро окисляется и превращается в окись Ag_2O. До тех пор пока протекает процесс окисления, напряжение аккумулятора составляет 1,6—1,7 В. Длина этой ступени в значительной степени определяется величиной зарядного тока: она тем больше, чем меньше зарядный ток. На второй ступени происходит переход одновалентной окиси серебра в высший окисел (AgO), при этом стабильно сохраняется напряжение 1,9 — 1,97 В. Следует отметить, что образование высшего окисла может происходить и непосредственно из металлического серебра.

Образование высшего окисла происходит при следующих реакциях:

$$Ag_2O+2OH^- \rightarrow 2AgO+H_2O+2e,$$

или

$$Ag+2OH^- \rightarrow AgO+H_2O+2e.$$

Заряд на второй ступени заканчивается, когда потенциал серебряного электрода достигает значения, при котором начинает выделяться кислород:

$$4OH^- \rightarrow 2H_2O+O_2+4e.$$

Напряжение аккумулятора при этом снова возрастает и за время менее 1 ч достигает значения 2,1 В. Аккумулятор необходимо немедленно отключить и через 1 ч после прекращения заряда проверить ЭДС всех заряженных аккумуляторов. Она должна составлять 1,82 — 1,86 В для аккумуляторов типа СЦК, СЦС, СЦД, СЦМ и 1,58 — 1,65 В и выше — для СЦБ, отключение которых от ЗУ производится при достижении предельного напряжения 1,7—1,9 В.

Если же при проверке ЭДС у некоторых аккумуляторов окажется ниже указанного предельного значения, то эти аккумуляторы следует считать неисправными. Использовать такие аккумуляторы для комплектования батареи не рекомендуется.

Формировка и эксплуатационные заряды аккумуляторов типа СЦ-25 проводятся по следующей технологии. Электролит заливается в бачок аккумулятора до уровня крышки. Затем через 10—15 мин дозаливают электролит. Аккумулятор ставят на пропитку не менее чем на 2 ч. После окончания пропитки аккумуляторы соединяют между собой в батарею последовательно и подключают к зарядному устройству на время не более 12 ч для формировочного заряда постоянным или выпрямленным переменным током 2,5 А до момента достижения напряжения на

зажимах аккумуляторов 2,1 В. Заряд следует прекращать по истечении 12 ч независимо от того, достигло напряжение 2,1 В или нет. Затем через 1 ч батарею можно вводить в действие. Следовательно, для ввода в действие аккумуляторов типа СЦ-25 достаточно 15 ч.

Электролит в аккумуляторах типа СЦ-25 следует поддерживать на уровне 75—85 мм от низа бачка. Излишне залитый электролит отливают, переворачивая аккумулятор осторожно, без встряхивания. В дальнейшем заряды (эксплуатационные) нужно проводить током 1,5 А до момента достижения напряжения 2,1 В. Продолжительность заряда при этом должна не превышать 20 ч. Номинальный разрядный ток и емкость аккумуляторов СЦ-25 равны соответственно 5 А и 90 кКл (25 А · ч).

При необходимости допускается форсированный заряд током 10 А в течение 3 ч, однако при этом не следует допускать перезаряда, т. е. превышения напряжения 2,1 В. Таких зарядов может быть допущено не более двух за все время работы аккумуляторов. Следует учитывать также, что форсированные заряды приводят к снижению емкости аккумуляторов приблизительно на 10 % и сокращению долговечности на 25—30 %.

Для серебряно-цинковых аккумуляторов характерно то, что при заряде токами, меньшими указанных в табл. 8, увеличивается время заряда. При этом, как правило, увеличивается общая зарядная емкость. При крайней необходимости эти аккумуляторы могут быть заряжены токами, превышающими указанные в табл.8. В этом случае воспринимаемая аккумуляторами емкость будет меньше номинальной. Проведение форсированных зарядов следует допускать в исключительных случаях током, превышающим номинальный не более чем в 4—5 раза, но при этом надо учитывать, что после каждого цикла характеристика аккумулятора ухудшается.

Заряд аккумуляторов асимметричным переменным током. Если для заряда аккумулятора применить переменный ток непосредственно от сети, то аккумулятор не воспримет никакой емкости. Это объясняется тем, что заряд, сообщаемый аккумулятору при прохождении через него положительного импульса переменного тока, отдается полностью в момент прохождения отрицательного импульса.

Для накопления заряда в аккумуляторе необходимо, чтобы в положительном импульсе количество электричества было больше, чем в отрицательном. Следовательно, кривая переменного тока должна быть несколько изменена. Оптимальной формой кривой асимметричного переменного тока считается такая, в которой амплитуда положительного I^{+}

импульса в 1,5—2 раза больше амплитуды отрицательного I^-, а длительность (период) импульса — в 1,5—1,7 раза меньше (рис. 5.).

Наиболее простым способом получения асимметричного переменного тока от источника переменного тока считается непосредственное наложение переменного тока на постоянный через разъединительный конденсатор C (рис.6) [2].

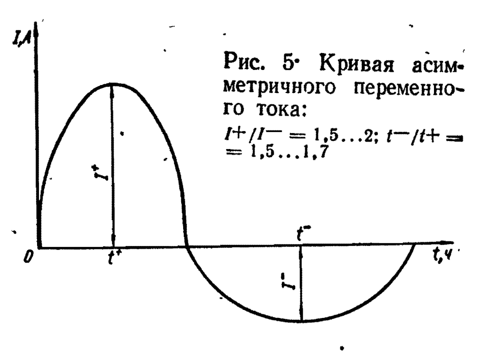


Рис. 5· Кривая асимметричного переменного тока:
$I+/I- = 1,5...2$; $t-/t+ = 1,5...1,7$

Большим достоинством заряда ассиметричным переменным током являются значительное снижение начального разрядного напряжения (на 0,2 В) до 1,6 В и увеличение емкости аккумулятора на 10—15 %. Из рис.7, где изображена разрядная кривая аккумулятора, заряженного постоянным током, видно, что начальное разрядное напряжение составляло 1,78 В, а затем снизилось до 1,5 В. При заряде асимметричным переменным током этот перепад резко сокращается. В снижении начального разрядного напряжения нуждаются потребители энергии, работающие при стабильном напряжении. Кроме того, при потреблении энергии при стабильном напряжении разрядная емкость аккумулятора возрастает в 1,5 раза.

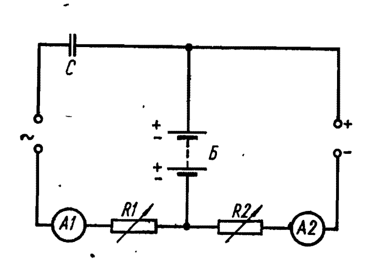


Рис. 6. Схема подключения аккумуляторной батареи к ЗУ, основанная на наложении переменного тока на постоянный через разъединительный конденсатор:
R1, *R2*-реостаты; *A1*, *A2*-амперметр соответственно переменного и постоянного тока; *Б*-аккумуляторная батарея

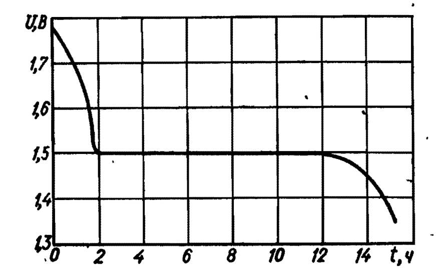


Рис. 7. Разрядная кривая серебряно-цинкового аккумулятора типа СЦС-15, заряженного постоянным током, при разряде током 1,5 А

Заряжать аккумуляторы асимметричным переменным током можно и после зарядов, сообщенных им постоянным

током, при этом достигается тот же эффект изменения разрядной кривой, что и при заряде новых аккумуляторов. Если снова перейти к заряду постоянным током на разрядной кривой во второй ступени, вновь появляется пиковое напряжение.

Следует учесть, что эффект от снижения начального разрядного напряжения получают в том случае, если время заряда составляет не менее 20 ч, а разрядный ток — не менее 1/15 — 1/20 фактической емкости аккумулятора. При более длительных режимах разряда эффект снижается. При форсированных режимах разряда эффект заряда асимметричным переменным током незначителен (снижение на сотые доли вольта), но в некоторых случаях он может иметь значение. Разрядный ток аккумуляторов, заряженных асимметричным током, должен быть оптимальным.

С учетом приведенных выше особенностей заряд асимметричным переменным током целесообразно применять для

Таблица 9

Зарядный ток и продолжительность заряда аккумуляторов асимметричным переменным током

Тип	Ток заряда, А		Продолжительность заряда, не менее, ч	Емкость, не менее, кКл (А·ч)
	постоянный	переменный		
СЦМ-3	0,25	1—1,5	19	14(4)
СЦМ-5	0,35	1,5—2	21	24(6,6)
СЦМ-12	0,5	2—3	19	31(8,5)
СЦМ-15	0,8	3,5—5	20	50(14)
СЦМ-18	0,8	3,5—5	21	54(15)
СЦМ-25	1,5	7—10	24	115(32)
СЦМ-50	2,5	10—13	22	180(50)
СЦМ-70	4	16—20	20	252(70)
СЦД-3	0,25	1—1,5	30	24(6,6)
СЦД-5	0,5	2—3	28	45(12,5)
СЦД-12	0,5	2—3	30	50(14)
СЦД-15	0,8	3,5—5	30	75(21)
СЦД-18	1	4—6	30	99(27,5)
СЦД-25	1,5	6—8	30	155(43)
СЦД-40	2,5	10—13	32	281(78)
СЦД-50	3	12—15	32	314(90)
СЦД-70	5 или 3	20—25 или 12—15	30 или 50	504(140)
СЦБ-5	0,5	2—3	18	29(8)
СЦБ-25	1,5	6—8	18	90(25)
СЦБ-40	2,5	10—13	18	144(40)
СЦБ-50	3	12—15	18	180(50)
СЦБ-70	5 или 3	20—25 или 12—15	18 или 30	288(80)
СЦС-15	0,8	3,5—5	25	54(15)
СЦС-18	1	4—6	25	65(18)
СЦС-25	—	—	—	—
СЦС-40	3,0	12—15	19	183(51)

заряда аккумуляторов типов СЦД и СЦМ. Для заряда асимметричным переменным током рекомендуются режимы, приведенные в табл.9.

Заряд аккумуляторов асимметричным током производится до напряжения 1,98 — 2,02 В, кроме аккумуляторов типа СЦБ, заряд которых проводят в течение времени, указанного в табл. 9. Для аккумуляторов СЦД, СЦС, СЦМ и СЦБ допускается два заряда асимметричным переменным током.

Не ранее чем через 1 ч после окончания заряда асимметричным переменным током следует измерить ЭДС каждого аккумулятора, которая должна быть не ниже 1,82 В для всех аккумуляторов и 1,58 В — для СЦБ. Лучший результат проверки ЭДС можно получить при измерении ЭДС через 24 ч после окончания зарядов. Если ЭДС окажется ниже указанных величин, аккумулятор должен быть исключен из батареи и использован на неответственных работах.

При зарядах асимметричным переменным током значительно ускоряется процесс ввода в действие серебряно-цинковых аккумуляторов. При зарядах асимметричным переменным током без формировки на первом цикле, кроме того, емкость аккумуляторов типа СЦД значительно выше номинальной. Оказывается, что одного цикла с использованием для заряда асимметричного переменного тока 10-часового режима достаточно для формировки аккумуляторов, которые затем, начиная со второго цикла, при заряде их постоянным током 10-часового режима отдают емкость выше номинального значения. Емкость этих аккумуляторов значительно больше емкости аккумуляторов, заряжавшихся постоянным током. При этом ускорение формировки асимметричным переменным током не уменьшает долговечности аккумуляторов при заряде их в дальнейшем как постоянным, так и асимметричным переменным током.

Таким образом, применение заряда асимметричным переменным током в ряде случаев эффективно. Однако заряд сопровождается некоторым разогревом аккумуляторов, вследствие чего повышается уровень электролита, а также становится более резким скачок напряжения в конце заряда. Поэтому контроль за уровнем электролита и напряжением должен вестись еще более тщательно, чем при заряде постоянным током. Уровень электролита перед таким зарядом должен быть около нижней красной черты. Конечное напряжение не должно превышать 2,05 В, а ЭДС полностью заряженного аккумулятора не ранее чем через 1 ч после окончания заряда должна составлять 1,79—1,82 В, т. е. несколько ниже, чем при заряде постоянным током.

Разряд аккумуляторов на аккумуляторной станции с помощью разрядного устройства. Разряд аккумулятора — это процесс, при котором заряженный аккумулятор работает в режиме источника питания и замкнут на внешнюю цепь, являющуюся потребителем тока.

Электроэнергия, накопленная в аккумуляторе при заряде, как правило, предназначается для питания потребителей тока, выполняющих полезную функцию. В отдельных случаях (например, при формировке структуры активной массы электродов, необходимой для ввода в действие аккумулятора, проведении тренировочных циклов заряда-разряда, подразряде или доразряде) разряды осуществляются на аккумуляторных станциях с помощью разрядного устройства (РУ) указанным в табл. 10 током.

Таблица 10

Разрядный ток и минимальная емкость на втором формировочном цикле при 10-часовом режиме разряда аккумуляторов

Тип	Разрядный ток, А	Минимальная емкость на втором формировочном цикле, кКл(А·ч)	Тип	Разрядный ток, А	Минимальная емкость на втором формировочном цикле, кКл(А·ч)
СЦК-3	0,5	14(4)	СЦМ-15	0,8	43(12)
СЦК-18	3	67(18,5)	СЦМ-18	0,8	54(15)
СЦК-25	6	97(27)	СЦМ-25	2	90(25)
СЦК-40	7	172(48)	СЦМ-50	3	162(45)
СЦК-45	6	172(48)	СЦМ-70	5	216(60)
СЦК-50	8	198(55)	СЦБ-5	0,5	29(8)
СЦС-3	0,5	16(4,5)	СЦБ-25	2,5	144(40)
СЦС-5	1	29(8)	СЦБ-40	2,5	144(40)
СЦС-12	1,4	36(10)	СЦБ-50	3	180(50)
СЦС-15	1,5	54(15)	СЦБ-70	5	288(80)
СЦС-18	2	72(20)	СЦД-3	0,4	22(6)
СЦС-25	3	108(30)	СЦД-5	0,8	43(12)
СЦС-40	5	151(42)	СЦД-12	0,8	47(13)
СЦС-50	6	180(50)	СЦД-15	1,3	65(18)
СЦС-70	10	288(80)	СЦД-18	1,5	90(25)
СЦС-100	10	396(110)	СЦД-25	2,5	144(40)
СЦС-120	12	468(130)	СЦД-40	4,5	252(70)
СЦМ-3	0,3	14(4)	СЦД-50	5,5	306(85)
СЦМ-5	0,45	20(5,5)	СЦД-70	8	468(130)
СЦМ-12	0,6	29(8)	СЦД-70А	8	468(130)

При разряде на аккумуляторной станции с помощью РУ расход электроэнергии должен продолжаться до регламентированного нижнего предела напряжения. Нижний предел разряда зависит от разрядного тока, т. е. режима разряда.

При режиме короткого разряда, при котором процесс разряда осуществляется при повышенных токах, допускается разряд до 0,6 В. При разряде формировочным током допускается разрядить 2—3 аккумулятора из батареи до 0,6 В. При 10-часовом режиме разряда с номинальным током завод-изготовитель аккумуляторов рекомендует разряжать до значения нижнего предела 1 В. Целесообразность принятия в практике в качестве предела для любого режима на стенде 1 В диктуется тем, что остаточный заряд при напряжении от 1 до 0,6 В ничтожно мал и практического значения не имеет и отключение аккумулятора от РУ при напряжении 1 В страхует от переразряда, так как на этом участке разрядной кривой (рис.7) скорость разряда резко возрастает.

Разряд может быть произведен различными средствами. Степень разряда аккумулятора можно характеризовать двумя показателями: разностью потенциалов на его клеммах (борнах) и емкостью. Если судить о степени разряда по разности потенциалов на клеммах аккумулятора, то необходимо оговорить, в каких условиях находился аккумулятор в момент измерения напряжения: под нагрузкой (напряжение) или без нее (ЭДС). В табл. 5 приведены значения конечного напряжения аккумулятора под нагрузкой. При отключении нагрузки ЭДС аккумулятора быстро установится на значении 1,58 В. Следовательно, в данном случае аккумулятор СЦС разряжен до 1,58 В (без нагрузки) или до 1,3 В (под нагрузкой).

При разряде во время формирования аккумуляторов с помощью РУ энергия его расходуется не на полезную работу, а на разогрев обмотки реостата. С помощью реостата возможен полный разряд и даже переразряд—переполюсовка аккумулятора, поэтому за ходом процесса разряда необходимо внимательно наблюдать.

Переполюсовка. Если через серебряно-цинковый аккумулятор при глубоком разряде, когда его заряд будет полностью исчерпан, продолжать пропускать разрядный ток от остальных аккумуляторов батареи, то в нем произойдет так называемая переполюсовка. Переполюсовку можно обнаружить с помощью вольтметра при измерении ЭДС аккумулятора. Стрелка вольтметра покажет на положительном электроде отрицательную полярность, а на отрицательном — положительную.

Такое явление объясняется тем, что в аккумуляторе после полного расхода заряда в результате электролиза цинкатного электролита, происходящего под действием разрядного тока батареи, начинает выделяться цинк, который оседает на серебряном электроде и забивает его поры. Вследствие этого сна-

чала резко снижается емкость аккумулятора, а затем происходит переполюсовка.

Поскольку при переполюсовке аккумулятор выбывает из строя, разряды должны проводиться не глубже, чем это обусловлено нормами, при строжайшем контроле за ходом процесса разряда, если последний проводится на разрядном устройстве аккумуляторной станции. При разрядах аккумуляторов в работе батарею и каждый аккумулятор в отдельности необходимо оградить от переразряда.

Для предотвращения переполюсовки при работе аккумуляторов необходимо соблюдать следующие условия: 1) количество аккумуляторов в батарее должно быть не более, чем это требуется для обеспечения напряжения для питания подключенного потребителя с учетом допусков отклонений от номинального напряжения; 2) емкость каждого аккумулятора должна быть практически одинаковой. При соблюдении этих условий батарея при снижении общего напряжения до предельно допустимого не сможет обеспечить энергией продолжение нормальной работы потребителя, что явится сигналом к отключению последнего.

Как и при заряде, к концу разряда контрольные измерения напряжения следует производить через 5 мин и менее, чтобы при снижении напряжения до 1,0 В немедленно отключить аккумуляторы от РУ.

О степени разряда аккумулятора более точное представление можно получить, если определить остаточную снимаемую емкость в данный момент и сравнить ее с номинальной емкостью, приведенной в табл.5. Для определения остаточной емкости следует провести контрольный доразряд аккумуляторов. Оперативно ориентировочно можно установить, насколько разряжен аккумулятор, если под нагрузкой измерить напряжение. Такие замеры выполняются с помощью аккумуляторного пробника с набором шунтов с различным сопротивлением (приложение 3).

При разряде на РУ по времени разряда и разрядной кривой также ориентировочно можно предвидеть приближение конца разряда и участить замеры.

Разрядная кривая (рис.7), как и зарядная, имеет две ступени: верхнюю и нижнюю. На верхней ступени напряжежение плавно уменьшается от номинального значения (1,83—1,86 В в зависимости от типа аккумулятора) до 1,50 В. Нижняя ступень — это практически горизонтальная линия, протяженность которой зависит от значения разрядного тока.

Верхняя ступень при длительном хранении заряженного аккумулятора вследствие протекания процесса саморазряда может вообще отсутствовать. Уменьшение длительности верх-

ней ступени разрядной кривой, наблюдаемое при длительном хранении аккумуляторов, объясняется повышением сопротивления серебряного электрода, связанное с проявлением полупроводниковых свойств окислов серебра.

При длительном хранении отформированные аккумуляторы рекомендуется содержать в разряженном состоянии. Если серебряно-цинковые аккумуляторы необходимо использовать в аппаратах, где требуется неизменяющееся напряжение, то применяют предварительный разряд (подразряд) аккумулятора примерно на 20—25 % емкости, т. е. снижают напряжение до уровня нижней ступени. В настоящее время для стабилизации разрядного напряжения используют заряд аккумулятора ассиметричным переменным током.

Саморазряд. При хранении заряженные аккумуляторы постепенно теряют свою емкость. Потеря емкости аккумулятора, обусловленная протеканием самопроизвольных процессов при разомкнутой внешней цепи, называется саморазрядом.

Одной из главных причин саморазряда серебряно-цинковых аккумуляторов является саморастворение цинка отрицательного электрода в электролите. При растворении цинка выделяется газообразный водород:

$$Zn + 2KOH + 2H_2O \rightarrow K_2Zn(OH)_4 + H_2.$$

По количеству выделяющегося водорода в единицу времени судят о скорости протекания реакции саморастворения цинка, а следовательно, и о скорости саморазряда аккумулятора. Скорость прямо пропорциональна площади соприкосновения цинка с электролитом, которая значительна вследствие изготовления электрода не из гладкого металла, а из цинкового порошка. Скорость саморастворения цинка зависит от чистоты металла, т. е. от наличия в нем примесей других металлов: железа, никеля, кобальта. Присутствие примесей ускоряет саморазряд.

Содержание цинка в электролите аккумулятора СЦД-3, работающего и хранящегося в заряженном состоянии, приведено в табл.11. При хранении содержание цинка в электролите увеличилось почти в полтора раза. В работающем аккумуляторе оно практически не изменилось.

При разложении высшего окисла серебра выделяется кислород, при этом повышается сопротивление электрода, происходит безвозвратная потеря части емкости аккумулятора:

$$2AgO \rightarrow Ag_2O + \frac{1}{2} O_2.$$

Саморазряд аккумуляторов происходит и при засорении электролита и при хранении в неплотно закрытых сосудах.

Таблица 11

Содержание цинка в электролите серебряно-цинкового аккумулятора

Условие использования	Содержание цинка в электролите, г/л, через дней		
	30	60	90
Работа	65	70	68
Хранение	80	94	110

Следовательно, необходимо иметь на аккумуляторной станции оптимальное количество батарей, чтобы время нахождения последних на хранении было минимальным. В крайнем случае, аккумуляторы, которые не могут быть в ближайшее время использованы в работе, надо доразрядить до — 1 В на РУ и хранить их в разряженном состоянии. Кроме того, формировать новые комплекты аккумуляторов следует при условии, если они в ближайшее время будут выданы в работу.

Контрольный зарядно-разрядный цикл. Для приведения в действие серебряно-цинковых аккумуляторов достаточно провести два формировочных цикла заряда-разряда. После этого аккумуляторам следует сообщить рабочий заряд. Если батарея предназначается для особо ответственнных объектов, то для оценки качества проведенной формировки и определения полученной при этом емкости аккумуляторов необходимо провести второй формировочный цикл как контрольный. Для этого второй формировочный заряд проводится строго по времени и токами, указанными в табл. 10, а разряды — повышенными по сравнению с формировочными токами, указанными в табл.12.

В связи с тем что контрольный разряд проводится повышенным токами (в 30-минутном или 1-часовом режиме, а аккумуляторы типа СЦМ — в 3-часовом режиме), необходимо проводить тщательный контроль за показанием процесса, так как можно потерять уже готовую батарею, на формировку которой потрачено 15—20 дней.

Ориентировочные проверки напряжения вольтметром можно проводить на аккумуляторе типа СЦС через 5 мин, СЦК — через 1—2 мин, СЦМ — через 15 мин. При снижении напряжения до 1,45 В измерение необходимо проводить через 1 мин и чаще.

Контрольный разряд для определения емкости аккумулятора следует проводить не до нижнего предела напряжения 1 В, как при разряде на аккумуляторной станции с помощью разрядного устройства при формировке, доразряде или при разряде для длительного хранения, а до напряжения не ниже 1,4 В — для аккумуляторов СЦМ, не ниже 1,3 В — для СЦС и не ниже 1,25 В — для СЦК. Контрольный разряд можно прекратить и при напряжении, большем указанного выше, если

разрядная емкость при этом будет не менее указанной в табл. 12.

Таблица 12

Разрядный ток и емкость, установленные для контрольного разряда

Тип	Исполнение	Контрольный разрядный ток, А	Емкость, кКл (А · ч)	Тип	Исполнение	Контрольный разрядный ток, А	Емкость, кКл (А · ч)
СЦК-3	0012	6	11 (3)	СЦС-100	0013	100	360 (100)
СЦК-18	0012	35	50 (14)	СЦС-120	0013	120	432 (120)
СЦК-25	0012	50	72 (20)	СЦС-3	2013	3	14 (3,9)
СЦК-40	0012	80	126 (35)	СЦС-5	2013	5	23 (6,5)
СЦК-50	0012	100	162 (45)	СЦС-12	2013	12	29 (8)
СЦК-45	0013	90	144 (40)	СЦС-15	2013	15	45 (12,5)
СЦК-3	2013	6	9 (2,5)	СЦС-18	2013	18	58 (16)
СЦК-18	2013	35	45 (12,5)	СЦС-25	2013	25	86 (24)
СЦК-25	2013	50	65 (18)	СЦС-40	2013	40	126 (35)
СЦК-40	2013	80	108 (30)	СЦС-50	2013	50	169 (47)
СЦК-45	2013	90	126 (35)	СЦС-70	2013	70	241 (67)
СЦК-50	2013	100	144 (40)	СЦС-100	2013	100	334 (93)
СЦС-3	0013	3	15 (4,2)	СЦС-120	2013	120	396 (110)
СЦС-5	0013	5	25 (7)	СЦМ-3	2025	1	11 (3)
СЦС-12	0013	12	32 (9)	СЦМ-5	2025	2	18 (5)
СЦС-15	0013	15	50 (14)	СЦМ-12	2025	3	25 (7)
СЦС-18	0013	18	66 (18,5)	СЦМ-15	2025	3,5	38 (10,5)
СЦС-25	0013	25	93 (26)	СЦМ-18	2025	5	47 (13)
СЦС-40	0013	40	136 (38)	СЦМ-25	2025	8	83 (23)
СЦС-50	0013	50	183 (51)	СЦМ-50	2025	13	144 (40)
СЦС-70	0013	70	259 (72)	СЦМ-70	2025	20	196 (55)

Аккумуляторы типа СЦД и СЦБ ставить под контрольный разряд нет необходимости, так как для них второй формировочный разряд, проводимый номинальными токами, является контрольным.

Момент окончания контрольного разряда (контроля емкости) для аккумуляторов СЦД и СЦБ необходимо зафиксировать при снижении напряжения до 1,4 В, а разряд продолжить до напряжения 1 В. Если при этом емкость, отданная аккумулятором за время разряда до 1,4В, будет не менее указанной в табл.10, то этот аккумулятор качественный.

Если же при разряде на формировочно-контрольном цикле (второй цикл с начала формирования) аккумуляторы отдают емкость, меньше указанной в табл. 10 для аккумуляторов типа СЦД и СЦБ и табл. 12 для СЦК, СЦС и СЦМ, то требуется провести дополнительный формировочно-контрольный цикл заряда и разряда (третий цикл с начала формировки). Аккумуляторы, емкость которых после этого дополнительного цикла менее указанной в табл. 10 и 12 для соответствующих типов,

бракуются и могут быть использованы на неответственных работах в составе отбракованных или списаны.

Дополнительный формировочно-контрольный цикл проводится следующим образом: заряд — строго по времени зарядным током, указанным в табл. 8 для всех типов аккумуляторов, а разряд — формировочным разрядным током (табл.10) для аккумуляторов СЦД и СЦБ и контрольным (табл.12) для СЦК, СЦС и СЦМ.

После контрольного разряда (второго цикла с начала формировки) или после дополнительного контрольно-формировочного цикла доразряжают формировочным током до напряжения 1—0,6 В аккумуляторы типа СЦС и СЦМ (табл.10) и до 1 В — типа СЦК. Не менее чем через 1 ч после контрольного разряда или после дополнительного контрольно-формировочного цикла аккумуляторам сообщают рабочий заряд, после чего они могут быть введены в эксплуатацию.

По данным, полученным и зафиксированным при контрольном разряде, определяют фактическую емкость аккумулятора, кКл (А · ч), по формуле

$$C_ф = J_{р.к} T_{р.к},$$

где $J_{р.к}$ — ток разряда; $T_{р.к}$ — время разряда до указанного выше предела, установленного для контрольных разрядов при определении емкости аккумуляторов.

Доразряд аккумуляторов проводится для снятия остаточной емкости до предела, обусловленного техническими условиями конструкции аккумулятора. Для серебряно-цинковых аккумуляторов пределом доразряда по заводским условиям считается напряжение на каждом аккумуляторе не ниже 0,6—1 В. На практике во избежание случайного переразряда целесообразно прекращать доразряд при снижении напряжения до 1,05—1 В. Такое отступление оправдывается еще и тем, что при разряде при изменении напряжения от 1,05 — 1 до 0,6 В снимается незначительная емкость, не имеющая практического значения.

Доразряд производится не повышенными токами, применяемыми при контрольном разряде, а разрядными токами, применяемыми при формировочных разрядах (табл.10). Доразряд производится для обеспечения лучшей сохранности аккумуляторов в разряженном состоянии, а в период их нахождения в работе — для лучшего принятия очередного заряда. Поэтому недоиспользованный заряд желательно доразрядить до нормы после каждого случая пребывания аккумулятора в работе. При отсутствии такой возможности доразряд надо производить обязательно после многократных циклов заряда — разряда (если эксплуатационный разрядный

ток превышал формировочный) и перед постановкой аккумулятора на длительное хранение.

Рабочий заряд. После проведения формировочных зарядно-разрядных циклов аккумуляторы должны быть подвергнуты рабочему заряду. Рабочий заряд — это заряд аккумулятора, предназначенный для последующего эксплуатационного разряда при использовании аккумуляторов по назначению. Он может быть проведен постоянным или асимметричным переменным током. Заряд постоянным током проводится аналогично формировочным зарядам и тем же зарядным током (табл. 8).

Первый рабочий заряд аккумуляторов типа СЦК, СЦС, СЦД и СЦМ завод-изготовитель рекомендует проводить до напряжения 2—2,02 В, при этом время заряда в исправном аккумуляторе должно быть не менее времени, указанного в табл.8, а последующие заряды следует проводить только по времени, но до напряжения не выше 2,02 В.

Первый рабочий заряд аккумуляторов типа СЦБ проводят по времени, указанному в табл.8, а последующие заряды — до напряжения 1,7—1,9 В, причем в течение первых 5 ч заряда напряжение измеряют через 1 ч и далее через 10—15 мин.

Заряд асимметричным переменным током осуществляется наложением переменного тока на постоянный или на ток однополупериодного выпрямления. При заряде асимметричным переменным током необходимо соблюдать режим каждого типа аккумуляторов, указанный в табл. 9. При этом следует учесть, что заряд всех аккумуляторов нужно проводить до напряжения 1,98—2,02 В, кроме СЦБ, заряд которых проводится в течение времени, указаного в табл.9. Аккумуляторам типов СЦД, СЦМ, СЦС и СЦБ допускается сообщать два заряда асимметричным переменным током.

Не ранее чем через 1 ч после окончания рабочего заряда измеряют ЭДС каждого аккумулятора, которая после заряда постоянным током должна быть не ниже 1,84 В, а после заряда асимметричным переменным током — не ниже 1,82 В.

Для контроля емкости после рабочего заряда асимметричным переменным током необходимо отобрать 5 % аккумуляторов от каждой группы и разрядить их по методу формировочного разряда током, указанным в табл.10, при этом аккумуляторы должны отдать емкость, не менее указанной в табл. 9. Аккумуляторы, отобранные для контроля емкости, надо вновь зарядить асимметричным переменным током по тому же методу, каким они были заряжены при первом рабочем заряде, и использовать их в качестве запасных.

Следовательно, при первом рабочем заряде должно быть предусмотрено в группе на 5 % аккумуляторов больше, чем

необходимо для укомплектования батарей. Эти аккумуляторы будут резервными.

Более точный результат даст проверка ЭДС аккумуляторов, прошедших полный рабочий заряд, по истечении 24 ч после окончания заряда, при этом ЭДС аккумуляторов типа СЦБ может быть снижена до 1,58 В. Если ЭДС какого-либо аккумулятора будет ниже указанной, то этот аккумулятор надо заменить другим.

Подразряд аккумуляторов. В тех случаях, когда питаемый энергией аккумулятора потребитель предъявляет повышенные требования к стабильности напряжения или напряжение аккумулятора после полного заряда превышает допустимое, производится подразряд аккумулятора, т. е. частичное снятие его емкости и доведение напряжения до уровня допустимого по техническим требованиям потребителя.

В серебряно-цинковых аккумуляторах в начале разряда емкость отдается потребителю при напряжении, соответствующем верхней ступени разрядной кривой, составляющей 20—30% общей емкости. Затем напряжение постепенно снижается. На нижней ступени оно остается стабильным почти до конца разряда (см. рис.7). С учетом этого посредством подразряда напряжение аккумулятора приводят в соответствие с требованиями потребителя. Подразряд рекомендуется проводить непосредственно перед использованием аккумуляторов, так как преждевременно подразряженные аккумуляторы могут потерять часть емкости при хранении. Подразряд можно проводить после заряда постоянным током не ранее чем через 8 ч, и после заряда асимметричным переменным током — не ранее чем через 24 ч.

Подразряд аккумуляторов проводят током формировочного режима (табл.10), пока не снизится напряжение на каждом аккумуляторе до 1,53—1,56 В, если они были заряжены постоянным током, и до 1,51—1,56 В, если они были заряжены асимметричным переменным током. После этого еще 90 мин продолжают разряд. Затем производят контрольное включение на рабочую нагрузку (8—10 с). Если напряжение превысит допустимое, подразряд продолжают еще 15—20 мин.

Подразряд аккумуляторов, предназначенных для разряда током, превышающим или равным формировочному, производят непосредственно рабочим током до снижения напряжения до допустимого в данном конкретном случае. В процессе подразряда напряжение надо контролировать через 15—20 мин и чаще.

Не ранее, чем через 3 ч после окончания подразряда проверяют напряжение подразряженных аккумуляторов под рабочей нагрузкой. Если напряжение окажется выше допусти-

мого, то необходимо подразряд повторить в течение 15—20 мин. Затем измеряют ЭДС аккумуляторов, которая должна быть не ниже 1,6 В. Допускается снижение ЭДС до 1,56 В. В этом случае надо проверить напряжение аккумуляторов при кратковременном включении на формировочный ток (по 2—3 с при каждом включении). Аккумулятор считается качественным, если после 2—3-кратного включения на формировочный ток ЭДС будет не ниже 1,6 В и в процессе включения будет наблюдаться повышение напряжения.

На аккумуляторах, прошедших подразряд, наносится дополнительная маркировка:

красная точка — на заряженных постоянным током с последующим подразрядом;

белая точка — на заряженных асимметричным током;

красная и белая точка — на заряженных асимметричным переменным током с последующим подразрядом.

Точки диаметром 2—4 мм наносятся красной и белой эмалью на крышке аккумулятора у отрицательного токоотвода.

Проверка аккумуляторов при поступлении от поставщика. По прибытии партии аккумуляторов на место назначения производят внешний осмотр. На упаковочных ящиках не должно быть дефектов, могущих быть причиной повреждения содержимого. Проверяют исправность пломб.

После вскрытия ящика проверяют наличие упаковочного листа и соответствие с ним содержимого ящика. Сличают заводские номера аккумуляторов с указанными в формуляре. При внешнем осмотре аккумуляторов следует обратить внимание на исправность бачка, элементов, вмонтированных в крышку, и убедиться в отсутствии растрескивания компаунда. С помощью омметра проверяют отсутствие короткого замыкания, если аккумуляторы поставлены в сухом незаряженном виде. В заряженных аккумуляторах надо проверить с помощью вольтметра ЭДС (ЭДС полностью заряженных аккумуляторов постоянным током должна быть равна 1,84—1,87 В, а после заряда асимметричным током — 1,82—1,87 В).

При хранении в заряженном состоянии допускается снижение ЭДС до 1,82 В для аккумуляторов, заряженных постоянным током, и до 1,79 В — для заряженных асимметричным током. После подразряда ЭДС аккумуляторов, заряженных постоянным или асимметричным током, может изменяться от 1,6 до 1,86 В. Допускается снижение ЭДС до 1,56 В в подразряженных аккумуляторах. В этом случае качество аккумуляторов можно проверить кратковременным включением их на формировочный зарядный ток. Если после 2—3-кратного включения на 2—3 с ЭДС будет не ниже 1,6 В и при включении будет наблюдаться повышение напряжения, то

аккумуляторы исправны. При хранении посеребренные поверхности темнеют, однако не разрешается механически очищать их.

Принятые аккумуляторы передаются или в эксплуатацию, или на хранение. При выявлении каких-либо дефектов в аккумуляторах составляется рекламационный акт, делаются подробные записи в формуляре. Аккумуляторы вместе с актом и формуляром направляются на предприятие-изготовитель для анализа причин и принятия мер. Рекламационный акт не составляется при замене отбракованных аккумуляторов. В этом случае для информации предприятия-изготовителя составляется акт технического состояния с описанием причин замены аккумулятора.

Хранение аккумуляторов. Общий срок хранения серебряно-цинковых аккумуляторов в сухом и в залитом отформированном состоянии 5,5 лет, в том числе в залитом отформированном состоянии — 6 мес для аккумуляторов СЦК, СЦС и СЦД и 9 мес — для аккумуляторов типа СЦМ и СЦБ. Исключение составляют аккумуляторы типа СЦК исполнения 0012, срок хранения которых в сухом состоянии составляет 3,5 года, в залитом разряженном состоянии — 4 мес, а в залитом заряженном состоянии — меньше 4 мес.

Аккумуляторы в сухом или в залитом электролитом отформированном, но разряженном состоянии и запасные части и принадлежности к ним хранят в складских помещениях при температуре окружающего воздуха 0—35°C и относительной влажности 65±15 % в нормальном (вертикальном) положении. Температуру окружающего воздуха и влажность контролируют ежедневно не менее двух раз.

Аккумуляторы хранят в упаковочных ящиках или на закрытых стеллажах. Допускается хранение в отформированном, но разряженном состоянии, в полевых условиях в упаковочных ящиках в течение 3 мес при температуре —30... +35°C, при этом аккумуляторы должны быть защищены от непосредственного воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков. Допускается отклонение температуры от —30 до —40 и от +35 до +40°C не более 4 ч в сутки. Срок хранения в полевых условиях входит в общий срок хранения аккумуляторов. Срок хранения серебряно-цинковых аккумуляторов в заряженном состоянии меньше, чем в разряженном.

Аккумуляторы, хранившиеся длительное время в заряженном состоянии, т. е. больше указанного в табл. 13 срока хранения, при необходимости после доразряда могут быть вновь заряжены и использованы на менее ответственных работах. Заряд надо производить по технологии рабочего заряда током, указанным в табл.8 или 9, до достижения напря-

жения на каждом аккумуляторе 2,02 В, как это проводится при зарядах постоянным током, и 1,98—2,02 В — при заряде асимметричным переменным током.

Таблица 13

Сроки хранения аккумуляторов

Тип	Исполнение	Продолжительность хранения в заряженном состоянии*, сут	Температура, °С	Потеря емкости, %	Режим разряда при определении емкости
СЦС, СЦК	0012, 0013, 2013, 2014	7	—30...+35		
СЦД, СЦМ, СЦБ	2013, 2014, 2025, 20242, 22142	15	—30...+35	—	—
СЦК, СЦС, СЦД	2013, 2014		—30...0	5	
	2025		0...+25	10	3-, 10-и 20-часовой
СЦБ, СЦМ	20242	70		15	
	22142	или 55	+25...35	25	0,5- и 1-часовой
СЦС, СЦК	0012, 0013	30	—30...0	5	10-часовой
			0...+25	10	
				15	0,5- и 1-часовой

* Остальное время аккумуляторы должны храниться в разряженном состоянии.

Примечания: 1. При хранении допускается снижение ЭДС до 1,82 В для аккумуляторов, заряженных постоянным током, и до 1,79 В — асимметричным переменным током.

2. Допускается хранение заряженных аккумуляторов под углом 90° от нормального положения в течение 96 ч и под углом 180° от нормального положения в течение 3 ч.

3. Заряженные аккумуляторы, но не использованные в течение гарантированного времени хранения, должны быть разряжены током, указанным в табл. 10, до момента снижения напряжения на каждом аккумуляторе до 1,0 — 1,05 В, как это проводится при доразряде.

Допускается хранение аккумуляторов в холодильнике при температуре —10...+3°С не более 60 сут. Эти условия хранения аккумуляторов в заряженном состоянии равнозначны хранению разряженных аккумуляторов в обычных условиях, поэтому указанный срок хранения (60 сут) учиты-

вается как период хранения в разряженном состоянии. После хранения аккумуляторов в холодильнике их нужно просушить одним из следующих способов:

1) неоднократной обдувкой борнов, крышки и корпуса каждого аккумулятора струей сжатого воздуха температурой 50—70°С до полного высыхания влаги на аккумуляторе. Затем следует протереть борны и гайки марлей, смоченной в спирте высшей очистки и отжатой;

2) естественным — нахождением на воздухе при температуре (20±5)°С в течение 1,5—2 ч, после чего борны и гайки следует протереть марлей, смоченной спиртом и отжатой. Затем аккумуляторы выдерживают на воздухе 1—1,5 ч.

Замена отбракованных аккумуляторов. Если при контрольном разряде аккумуляторы отдают емкость меньше указанной для данного типа в табл.10 и 12, то их подвергают дополнительному контрольно-формировочному циклу. Аккумуляторы, емкость которых после дополнительного цикла меньше указанной в табл. 10 и 12, бракуются. Их можно использовать на неответственных работах.

Аккумуляторы подлежат замене также и в случае:

если не менее чем через 1 ч после полного заряда постоянным током имеют напряжение ниже 1,84 В, а заряженные асимметричным переменным током — ниже 1,82 В или не менее чем через 3 ч после подразряда — ниже 1,6 В;

если напряжение при заряде поднимается до 2 В раньше времени, указанного в табл.8 и 9;

если заряжены постоянным током и после хранения имеют ЭДС ниже 1,82 В или асимметричным переменным ниже 1,79 В, а с подразрядом — ниже 1,6 В;

если имеют механические повреждения, трещины, разгерметизацию швов и другие дефекты.

Отбракованные аккумуляторы заменяют запасными, которые заряжаются вместе, или бывшими в употреблении в других батареях. Для хранения неиспользованные запасные аккумуляторы следует доразрядить.

Утилизация аккумуляторов. Использованные серебряно-цинковые аккумуляторы согласно правилам, установленным Министерством финансов СССР, подлежат утилизации. Основанием для списания и отправки аккумуляторов на Московский завод вторичных драгоценных металлов служит истечение срока хранения и долговечности, определяющейся фактически проведенными циклами.

На аккумуляторной станции необходимо организовать строгий систематический учет выдачи для использования аккумуляторов в работе и возврата их, а также проведения формировочных и профилактических работ по восстановле-

нию емкости аккумуляторов после разряда во время эксплуатации (приложение 1).

Перед отправкой использованных аккумуляторов на переработку предприятие должно оформить следующие документы:

а) акт на расход материалов (приложение 1) в двух экземплярах: один сдается в бухгалтерию предприятия, второй остается у материально-ответственного лица за серебряно-цинковые аккумуляторы;

б) накладная на отправку аккумуляторов в трех экземплярах: один закладывается в ящик для отправки аккумуляторов на завод, второй сдается в бухгалтерию предприятия, третий остается у материально-ответственного лица (приложение 1).

Факт отправки подтверждается сдачей почтовой квитанции в бухгалтерию предприятия. В накладной на основании формуляра и учета содержания серебра в каждом аккумуляторе указывается прописью (цифрами) общая масса серебра, содержащегося в отправляемой партии. Завод подтверждает массу серебра, извлеченного из присланной предприятием партии аккумуляторов.

Адрес завода:

почтовый — 105318, Москва, ул. Ибрагимова, № 6а;

для посылок — 141100, г. Щелково, Московской обл., ул. Заречная, № 103а.

Погрузка, разгрузка и транспортировка аккумуляторов. При погрузке, разгрузке и других работах по перемещению серебряно-цинковых аккумуляторов должны быть приняты меры предосторожности, исключающие возможность повреждения, падения или резкого встряхивания.

Разрешается транспортировать аккумуляторы в опломбированных ящиках в любом состоянии поставки, любым видом транспорта, без ограничения расстояния и высоты подъема, скоростью, допустимой для данного вида транспорта, но при этом должны быть обязательно приняты меры, исключающие возможность повреждения аккумуляторов от толчков и ударов. Аккумуляторы в ящики укладываются не более чем в три яруса вертикально.

При транспортировке температура окружающего воздуха должна быть не ниже — 40° С и не выше +40° С, влажность— не более 98 %. Кроме того, аккумуляторы должны быть защищены от непосредственного воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков.

Маркировка серебряно-цинковых аккумуляторов. Промышленность выпускает пять типов серебряно-цинковых аккумуляторов: СЦК, СЦС, СЦД, СЦМ и СЦБ. Первые две буквы СЦ в типе обозначают принадлежность аккумуляторов к сере-

бряно-цинковой электрохимической системе. Третья буква характеризует режим разряда:

К — короткий (15-минутный — 1-часовой);

С — средний (1—10-часовой);

Д — длительный (10-часовой и более);

М — многоцикловый, средний;

Б — буферный, многоцикловый.

Через дефис к буквенному обозначению добавляются 1—3 цифры, определяющие емкость аккумулятора, А·ч. Через дробную черту после условного буквенно-цифрового обозначения аккумулятора указывается 4- или 5-значный номер исполнения, где первая цифра — вариант исполнения активной массы отрицательного электрода; вторая — способ крепления электродов ко дну корпуса; третья — марка электролита; четвертая — количество слоев сепаратора; пятая — вариант исполнения положительного электрода, если его активная масса изготовляется с добавками.

Например: СЦС-15/0013, где СЦС-15 обозначает серебряно-цинковый аккумулятор со средним режимом разряда номинальной емкостью 15 А·ч (54 кКл).

Цифры после дробной черты обозначают:

О (первый) — вариант изготовления массы отрицательных электродов (по нулевой рецептуре);

О (второй) — сборка без крепления электродов ко дну корпуса;

1 — марка электролита ЭЩ-1;

3 — количество слоев сепарации.

Ниже указанных обозначений наносится заводской номер. Например:

СЦС-15/0013
5760508895,

где

5 — шифр завода-изготовителя;
76 — год выпуска аккумулятора;
05 — месяц выпуска;
08 — номер партии аккумуляторов;
895 — номер аккумулятора в партии.

2. КАДМИЕВОНИКЕЛЕВЫЕ И ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Назначение аккумуляторов и требования к ним. Кадмиевоникелевые аккумуляторы просты в эксплуатации, обладают высокой механической прочностью и работают в широком интервале температур. Железоникелевые аккумуляторы сложны в эксплуатации, обладают более узким температурным

интервалом работоспособности, имеют значительный саморазряд, поэтому они имеют более узкую область применения. Основные характеристики кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов приведены в табл. 14.

Кадмиевоникелевые аккумуляторы применяются при температуре окружающего воздуха до — 40°С, железоникелевые— не ниже —20°С. При температуре воздуха —20...—40°С в кадмиевоникелевых аккумуляторах применяется едкокалиевый электролит без добавок. В исключительных случаях можно применять составной электролит, однако при этом емкость аккумулятора снижается на 5—10 % по сравнению с емкостью аккумулятора с калиевым электролитом. При эксплуатации аккумуляторов с составным электролитом (из едкого натрия и едкого лития) емкость их также несколько снижается, долговечность не гарантируется.

Конструкция и принцип действия аккумуляторов. По конструкции электродов (пластин) кадмиевоникелевые и железоникелевые аккумуляторы разделяются на ламельные и безламельные, по способу исполнения — на герметичные и негерметичные. Активная масса ламельных пластин заключена в стальные никелированные перфорированные ламели, которые впрессованы в стальные стойки пластин. Безламельные пластины могут быть металлокерамическими, фольговыми и прессованными, в которых активная масса намазывается на сетку, а затем подпрессовывается.

Наиболее распространенные кадмиевоникелевые и железоникелевые аккумуляторы состоят из двух блоков пластин, расположенных в стальном сосуде с электролитом. Активной массой отрицательного электрода заряженного аккумулятора является губчатый кадмий (в кадмиевоникелевых) и губчатое железо (в железоникелевых), а положительного электрода — гидрат окиси никеля $Ni(OH)_3$ или гидрат закиси $Ni(OH)_2$.

В кадмиевоникелевых аккумуляторах положительный полюс (электрод) электрически замкнут с корпусом, а в железоникелевых отрицательный полюс электрически замкнут с корпусом. Это следует помнить при эксплуатации и не допускать соприкосновения корпусов заряженных аккумуляторов между собой, а также замыкания полюса с корпусом. При соединении аккумуляторов в батареи между их корпусами должно быть воздушное пространство или изолирующая прокладка.

На крышке корпуса аккумулятора вмонтированы электрические выводы от соответствующих электродов. У положительного вывода (борна) выштампован знак «+». Для отличия одного типа аккумуляторов от другого на их крышках и на

Таблица 14

Характеристики кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов

Тип	ГОСТ или ТУ	Номинальная емкость, кКл (А·ч)
АКН-2,25	9240—69	8,1 (2,25)
КН-10		36 (10)
КН-22, ЖН-22		79,2 (22)
КН-45, ЖН-45		162 (45)
КН-60, ЖН-60		216 (60)
КН-100, ЖН-100		360 (100)
2КН-24	3.576.654ТУ	86,4 (24)
2ФКН-9-I. 2ФКН-9-II	1882—68	32,4 (9)
НК-3	9240—71	10,8 (3)
НК-13		43,68 (13)
НК-28		100,8 (28)
НК-55		198 (55)
НК-80		288 (80)
НК-125		450 (125)
НЖ-22		79,2 (22)
НЖ-45		162 (45)
НЖ-60		216 (60)
НЖ-100		360 (100)

Примечание. Номинальное напряжение аккумуляторов типа 2ФКН-9-I, 2ФКН-9-II и 2КН-24 2,5 В, а остальных типов — 1,25 В.

боковых стенках выбиты клейма: у кадмиевоникелевых — КН или НК, у железоникелевых — ЖН или НЖ.

При разряде неполный гидрат окиси никеля переходит в гидрат закиси никеля, а губчатый кадмий (или железо) — в гидрат окиси (или закиси). Химическая реакция при разряде может быть выражена уравнением

$$2NiOOH + 2H_2O + Cd \rightarrow 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$

или

$$2NiOOH + 2H_2O + Fe \rightarrow 2\ Ni(OH)_2 + Fe(OH)_2.$$

При заряде реакция идет в обратном направлении, т. е. происходит восстановление активной массы электродов: отрицательных — до чистого металла, а положительных — из гидрата закиси $Ni(OH)_2$ до неполного гидрата окиси никеля $NiOOH$. Таким образом многократно совершаются циклы разряд-заряд с отдачей аккумулированной электроэнергии потребителю.

Номинальное напряжение одного аккумулятора составляет 1,25 В, а большинство потребителей энергии аккумуляторов работают на более высоком напряжении, поэтому для получения требуемого напряжения питания отдельные аккумуляторы соединяют в батареи. При последовательном соединении напряжение отдельных аккумуляторов суммируется. Общее напряжение батареи будет равно сумме напряжений всех аккумуляторов, входящих в нее. Если напряжение исправных полностью заряженных аккумуляторов одинаково, общее напряжение батареи, В,

$$U_б = U_а n_а,$$

где $U_а$ — напряжение одного полностью заряженного аккумулятора; $n_а$ — количество аккумуляторов, входящих в батарею.

Аккумуляторные батареи можно комплектовать из любого количества аккумуляторов в зависимости от того, какое напряжение питания нужно получить.

Промышленность выпускает типовые батареи (табл. 15), укомплектованные в стандартных заводских ящиках. В зависимости от конструктивного исполнения типовые аккумуляторные батареи комплектуются в деревянных ящиках (рис. 8), деревянных рамках и металлических каркасах.

Общий вид кадмиевоникелевых аккумуляторов типа КН-10 и КН-100 и железоникелевых типа ЖН-22 показан на рис.9.

Долговечность и сроки хранения аккумуляторов. Кадмиевоникелевые и железоникелевые аккумуляторы после 2—5 лет гарантийного срока хранения в сухом незаряженном состоянии при применении составного электролита должны

Таблица 15

Характеристики батарей заводского комплектования

Тип		Количество аккумуляторов в батарее	Номинальная емкость, кКл (А·ч)	Номинальное напряжение, В
в деревянном футляре	в металлическом каркасе			
32АКН-2,25М	32АКН-2,25КТ	32	8,1 (2,25)	40
64АКН-2,25	64АКН-2,25К	64		80
4КН-10	4КН-10К	4	36 (10)	5
5КН-10	5КН-10К	5		6,25
17КН-10	17КН-10КТ	17		21,25
25КН-10	25КН-10КТ	25		31,25
34КН-10	34КН-10КТ	34		42,5
10КН-22М	10КН-22КТ	10	79,2 (22)	12,5
10ЖН-22М	10ЖН-22КТ			
17КН-22	17КН-22К	17		21,25
17ЖН-22	17ЖН-22К			
3КН-45М	3КН-45КТ	3	162 (45)	3,75
3ЖН-45М	3ЖН-45КТ			
4КН-45М	4КН-45КТ	4		5
4ЖН-45М	4ЖН-45КТ			
4КН-45	4КН-45К			
4ЖН-45	4ЖН-45К			
5КН-45	5КН-45К	5		6,25
5ЖН-45	5ЖН-45К			
7КН-45М	7КН-45КТ	7		8,75
7ЖН-45М	7ЖН-45КТ			
10КН-45	10КН-45К	10		12,5

Тип		Количество аккумуляторов в батарее	Номинальная емкость, кКл (А·ч)	Номинальное напряжение, В
в деревянном футляре	в металлическом каркасе			
10ЖН-45	10ЖН-45К			
4КН-60М	4КН-60КТ	4	216 (60)	5
4ЖН-60М	4ЖН-60КТ			
5КН-60	5КН-60К	5		6,25
5ЖН-60	5ЖН-60К			
7КН-60М	7КН-60КТ	7		8,75
7ЖН-60М	7ЖН-60КТ			
10КН-60М	10КН-60КТ	10		12,5
10ЖН-60М	10ЖН-60КТ			
4КН-100М	4КН-100КТ	4	360 (100)	5
4ЖН-100М	4ЖН-100КТ			
5КН-100М	5КН-100КТ	5		6,25
5ЖН-100М	5ЖН-100КТ			
10КН-100М	10КН-100КТ	10		12,5
10ЖН-100М	10ЖН-100КТ			
10КН-100	10КН-100К			
10ЖН-100	10ЖН-100К			
32НК-3		32	10,8 (3)	40
64НК-3		64		80
4НК-13		4	43,68 (13)	5
5НК-13		5		6,25
17НК-13		17		21,25

Тип		Количество аккумуляторов в батарее	Номинальная емкость, кКл (А·ч)	Номинальное напряжение, В
в деревянном футляре	в металлическом каркасе			
25НК-13		25	43,68 (13)	31,25
34НК-13		34		42,5
10НК-28		10	100,8 (28)	12,5
17НК-28		17		21,25
3НК-55		3	198 (55)	3,75
4НК-55		4		5
5НК-55		5		6,25
7НК-55		7		8,75
10НК-55		10		12,5
4НК-80		4	288 (80)	5
5НК-80		5		6,25
7НК-80		7		8,75
10НК-80		10		12,5
4НК-125		4	450 (125)	5
5НК-125		5		6,25
10НК-125		10		12,5
10НЖ-22		10	79,2 (22)	12,5
17НЖ-22		17		21,5
3НЖ-45		3	162 (45)	3,75
4НЖ-45		4		5
5НЖ-45		5		6,25
7НЖ-45		7		8,75

Тип		Количество аккумуляторов в батарее	Номинальная емкость, кКл (А·ч)	Номинальное напряжение, В
в деревянном футляре	в металлическом каркасе			
10НЖ-45		10	162 (45)	12,5
4НЖ-60		4	216 (60)	5
5НЖ-60		5		6,25
7НЖ-60		7		8,75
10НЖ-60		10		12,5
4НЖ-100		4	360 (100)	5
5НЖ-100		5		6,25
10НЖ-100		10		12,5

выдерживать 750 циклов заряда—разряда с сохранением отдаваемой емкости не ниже номинальной. Если же аккумуляторы могут обеспечивать работу потребителя энергии при не-

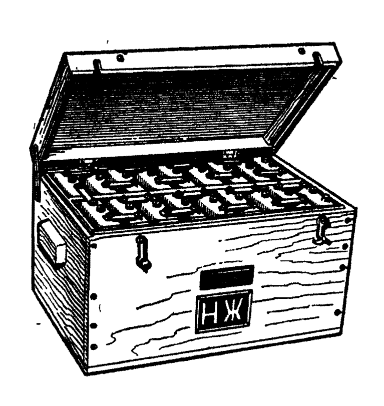


Рис. 8. Общий вид аккумуляторной батареи из 18 железоникелевых аккумуляторов типа ЖН-22 в деревянном ящике заводского изготовления

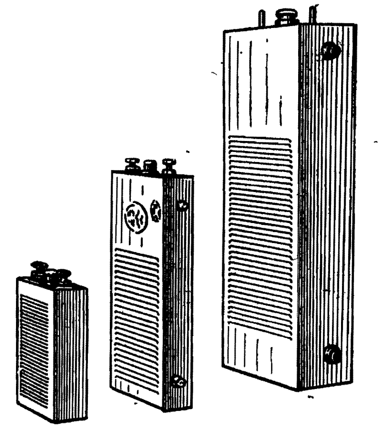


Рис. 9. Общий вид аккумуляторов типа КН-10, ЖН-22 и КН-100

сколько пониженной емкости, то долговечность их значительно повышается. Установлено, что емкость этих аккумуляторов может снизиться на 25 % примерно к 1500-му циклу.

Срок хранения их в нормальных условиях, обусловленных правилами, во много раз превышают гарантированные. Известны случаи, когда аккумуляторы работали нормально 25 лет. Следовательно, при выборе типа аккумуляторов и оценке экономической целесообразности применения того или иного типа упомянутые выше достоинства следует учитывать.

На долговечность и сроки хранения аккумуляторов влияют состав электролита и его температура (табл. 16). Кроме того, на долговечность и срок службы влияют режимы заряда—разряда, отличающиеся от нормальных. Например, при систематических ускоренных зарядах, т. е. зарядах при повышенных токах по сравнению с токами нормальных режимов, сокращается долговечность аккумуляторов примерно в 1,5 — 2 раза. Это объясняется более интенсивным вымыванием активных масс из ламелей аккумуляторов, а также повышенной температурой электролита.

Таблица 16

Долговечность аккумуляторов при различной температуре электролита

Электролит	Долговечность, циклов, при температуре, °С	
	20	40
Едкий калий (КОН)	300	5
Едкий натрий (NaOH)	400	50
Калиево-литиевый (КОН + LiOH)	Более 750	450

Долговечность также сокращается при использовании аккумуляторов при длительных режимах разряда, так как при этом аккумуляторы теряют емкости, вследствие того что длительные режимы делают разряд более глубоким.

Приведение аккумуляторов в рабочее состояние. Кадмиево-никелевые аккумуляторы заводской готовности сухие, не залитые электролитом для приведения в действие должны быть подвергнуты поочередно 2—4 зарядам и разрядам для придания активной массе электродов необходимой структуры (формировки).

Процесс проведения работ по формировке активной массы состоит из следующих операций:

а) внешний осмотр исправности корпусов и других элементов конструкции аккумуляторов;

б) заливка аккумуляторов электролитом и пропитка активной массы электродов;

в) проведение 2—4 зарядов постоянным или выпрямленным переменным током и разрядов на аккумуляторной станции. Между зарядами и разрядами аккумуляторы должны постоять не менее чем 1 ч.

После выполнения последнего формировочного цикла рекомендуется провести контрольный цикл заряда—разряда для определения отдаваемой емкости при разряде аккумуляторов, заряженных 6-часовым режимом, в котором ему предстоит в дальнейшем заряжаться при работе. Аккумуляторы, отвечающие требованиям контрольного разряда, могут быть введены в эксплуатацию, если им предварительно сообщить нормальный рабочий заряд. Некоторые типы кадмиевоникелевых аккумуляторов заводской готовности могут быть введены в работу в более короткий срок, если вместо формировки подвергнуть их форсированному вводу в действие. Аккумуляторы, находящиеся в эксплуатации, периодически поступают на аккумуляторную станцию для восстановления израсходованного в работе заряда. С этой целью им сообщается очередной заряд.

Аккумуляторы, длительное время находившиеся на хранении отформированными, но разряженными или отформированными, но длительное время бездействовавшими в заряженном состоянии, должны подвергаться тренировочным циклам заряда—разряда. Тренировочные циклы проводятся для активизации электрохимической системы и для максимально возможного восстановления потерянной емкости.

Электролит и его приготовление. Для кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов в качестве электролита служит раствор в дистиллированной воде едкого калия (КОН) или едкого натрия (NaOH).

В зависимости от температуры окружающего воздуха в аккумуляторах (табл. 17) применяется раствор соответствующей плотности (концентрации) основного компонента электролита в чистом виде или с добавкой едкого лития (LiOH).

Таблица 17

Рекомендуемые состав и плотность электролита для кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов при различной температуре окружающего воздуха

Температура воздуха, °С	Рекомендуемый состав электролита	Плотность, г/см³
—19 . . . +35	Составной раствор едкого калия с добавкой на 1 л раствора 20 г едкого лития аккумуляторного (моногидрата лития)	1,19—1,21
—20 ... —40	Раствор едкого калия	1,25—1,27
+10 ... +50	Раствор едкого натрия с добавкой на 1 л раствора 15—20 г едкого лития (моногидрата лития)	1,1—1,12

Кадмиевоникелевые аккумуляторы рассчитаны на работу на холоде при температуре до —40°С, причем при температурах +35...—19°С с составным электролитом, а при более низких температурах, например, —20...—40° С с электролитом без добавки едкого лития.

При температурах —20...—40° С при отсутствии чистого едкого калия допускается как исключение применять составной электролит из едкого калия и едкого лития повышенной плотности, при этом емкость аккумулятора снижается на 10—15 %. При отсутствии составного электролита из едкого калия и едкого лития при температуре —19...+35° С можно воспользоваться составным электролитом из едкого натрия повышенной плотности 1,17 — 1,19 г/см³ с добавкой на 1 л раствора 20 г едкого лития, но при этом следует учесть, что долговечность аккумуляторов, указанная в ГОСТе, не гарантируется.

Не гарантируется также долговечность аккумуляторов при работе их с электролитом из раствора чистого едкого калия плотностью 1,19—1,21 г/см³, т. е. без добавки едкого лития при температуре —19...+10°С. При работе при температуре + 10...+50° С с рекомендуемым составным электролитом плотностью 1,1 — 1,12 г/см³ (табл. 17) емкость аккумуляторов также снижается по сравнению с номинальной, а долговечность не гарантируется.

Железоникелевые аккумуляторы рассчитаны на работу в тех же условиях и с тем же электролитом, что и кадмиевоникелевые, но они более чувствительны к низким температурам, поэтому могут применяться при температурах не ниже —20° С.

В процессе эксплуатации температурные условия в зависимости от времени года резко изменяются, поэтому для более эффективного использования емкости аккумуляторов их следует заливать электролитом, по составу и плотности соответствующим этим условиям.

Кроме того, необходимо систематически контролировать количество электролита, т. е. следить за уровнем последнего и поддерживать его в установленных пределах.

В аккумуляторах, находившихся в эксплуатации, уровень электролита постепенно снижается вследствие испарения, поэтому его необходимо периодически измерять и при необходимости дополнять до нормы дистиллированной водой. Не реже чем через 10 циклов нужно проверять плотность электролита и также доводить ее до нормы добавлением раствора плотностью 1,41 г/см³ или дистиллированной воды.

Уровень электролита в аккумуляторах должен постоянно находиться выше края пластин не менее чем на 5 мм и не более чем на 12 мм. Снижение уровня электролита ниже верх-

него края пластин или сетки, а также повышение плотности электролита при положительных температурах окружающего воздуха снижают емкость и долговечность последних. Уровень электролита необходимо проверять и доводить до указанной нормы перед каждым зарядом. Он проверяется с помощью стеклянной трубки диаметром 5—6 мм с метками на высоте 5 и 12 мм от конца. Для установления уровня электролита в аккумуляторе надо конец трубки с метками ввести через заливное отверстие до упора в пластины или сетку, после чего другой конец трубки закрыть пальцем. Вынув трубку из аккумулятора по высоте столбика электролита в ней, определим уровень электролита над верхним краем пластин или сетки в аккумуляторе. Для снижения уровня электролита в аккумуляторе можно пользоваться пипеткой или резиновой грушей со стеклянным или пластмассовым наконечником длиной около 100 мм. Доливку электролита или дистиллированной воды в аккумуляторы можно производить с помощью пипетки, резиновой груши или кружки через стеклянную воронку, размеры которых подбирают в зависимости от вместимости аккумуляторов. Проверка плотности электролита производится при помощи сифонного ареометра.

Проверку плотности электролита необходимо производить по возможности перед каждым зарядом, в каждом аккумуляторе, хотя и допускается выборочный контроль в 2—3 аккумуляторах батареи. В крайнем случае проверка должна проводиться не реже чем через 10 циклов во всех аккумуляторах батареи.

Таким образом, электролит необходим не только для первой заливки аккумуляторов при формировке, но и для замены, поддержания плотности и уровня электролита в действующих аккумуляторах, поэтому его требуется приготовлять и всегда иметь запас.

Для приготовления электролита поставляются следующие исходные материалы:

а) едкий калий аккумуляторный ГОСТ 9285—69 марки А (твердый) или марки В (жидкий) и едкий литий аккумуляторный ГОСТ 8595—57;

б) составная щелочь сорта А — готовая смесь едкого калия и едкого лития в соотношении едкий литий/едкий калий = = 0,04...0,045;

в) едкий натрий аккумуляторный (сода каустическая) ГОСТ 2263—59 сорта А и едкий литий аккумуляторный ГОСТ 8595—57;

г) составная щелочь сорта Б — готовая смесь едкого натрия и едкого лития в соотношении едкий литий/едкий натрий =0,028...0,032.

Перед приготовлением электролита необходимо удостовериться, что имеющиеся в наличии химические компоненты соответствуют приведенным выше требованиям и ГОСТам. Хранить эти материалы необходимо в герметически закрытой таре. Данные материалы могут поставляться как в жидком, так и в твердом состоянии в виде гранул, чешуек, кусков или слитка.

Приготовление электролита следует начинать с определения потребности в нем согласно норме расхода на один аккумулятор при первой заливке, указанной в табл. 18.

Таблица 18

Ориентировочная норма расхода электролита на один аккумулятор при первой заливке

Тип	Норма расхода электролита при первой заливке, л	Тип	Норма расхода электролита при первой заливке, л	Тип	Норма расхода электролита при первой заливке, л
АКН-2,25	0,04	КН-45	0,45	КН-100	1,2
КН-10	0,12	ЖН-45	0,45	ЖН-100	1,2
КН-22	0,27	КН-60	0,75	2КН-24	0,47
ЖН-22	0,27	ЖН-60	0,75	2ФКН-9-1, 2ФКН-9-II	0,26

Примечание. При приготовлении электролита желательно норму увеличить на 10 — 15 % для создания резерва на отход и другие непредвиденные случаи

Определив требуемое количество электролита, приготовим примерно 3/4 этого объема свежей дистиллированной воды. При отсутствии последней допускается применение дождевой воды, собранной с чистой поверхности, или воды, полученной при таянии снега, а также конденсата. В крайнем случае можно использовать любую сырую чистую питьевую воду (кроме минеральной).

Затем, пользуясь данными табл. 19, определяем необходимое количество химических компонентов: едкого калия или едкого натрия, а также едкого лития для добавки. Расход дистиллированной воды на 1 кг твердой и на 1 л жидкой щелочи для приготовления электролита необходимой плотности приведен в табл. 19.

Для определения массы твердых щелочей, необходимой по норме, приведенной в табл. 19, достаточно разделить:

на три требуемое количество воды, если необходимо приготовить калиевый или составной калиево-литиевый раствор плотностью 1,19 — 1,21 г/см^3;

Таблица 19

Расход дистиллированной воды, необходимой для приготовления электролита для кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов

Щелочь	Плотность, г/см³	Количество воды, л	
		на 1 кг твердой щелочи	на 1 л жидкой щелочи плотностью 1,41 г/см³
Калиевая или готовая составная, т. е. с добавкой ёдкого лития	1,19—1,21	3	1
Калиево-литиевая	1,25—1,27	2	0,55
Натриевая или готовая составная натриево-литиевая	1,17—1,19	5	1,5

на два, если необходимо приготовить калиевый электролит для работы при температуре —20...—40° С или составной калиево-литиевый плотностью 1,25 — 1,27 г/см³;

на пять, если необходимо приготовить натриевый или составной натриево-литиевый электролит плотностью 1,17 — 1,19 г/см³.

Если составная калиево-литиевая или натриево-литиевая щелочь отсутствует, а имеется едкий калий, едкий натрий и едкий литий, то расчет потребности в твердых щелочах производится по тому же принципу, как указано выше. Следует иметь в виду, что в частном, полученном в результате деления, учитывается и масса едкого лития.

Пример расчета электролита из твердой щелочи. Требуется приготовить калиево-литиевым электролит плотностью 1,19—1,21 г/см³ для 40 аккумуляторов типа КН-10. По норме на один аккумулятор (табл. 18) требуется 0,12 л электролита, а на 40 аккумуляторов — 0,12 · 40 = 4,8 л, с учетом резерва 15 % — 4,8·1,15=5,5 л. Рассчитаем количество дистиллированной воды, необходимое для приготовления 5,5 л электролита. Согласно данным табл. 19, из 3 л воды и 1 кг твердой щелочи получится 3,5 л электролита требуемой плотности (1 кг щелочи добавить в растворе 1· 1/2 = 0,5 л объема). Составим следующую пропорцию:

на 3,5 л электролита расходуется 3 л воды,
на 5,5 л » » *x* л »,

откуда

$$x = \frac{5,5 \cdot 3}{3,5} = 4,7 \text{ л.}$$

Для определения массы твердой щелочи для приготовления 5,5 л электролита данной плотности надо количество

воды разделить на три: 4,7 : 3 = 1,57 кг, в том числе едкого лития 5,5·0,02= 0,11 кг и едкого калия 1,57 — 0,11 = 1,46 кг.

Таким образом, для 40 аккумуляторов типа КН-10 необходимо приготовить 5,5 л электролита, состоящего из 4,7 л дистиллированной воды, 1,46 кг едкого калия и 0,11 кг едкого лития. Для приготовления электролита необходимы сосуд и палочка для размешивания из щелочестойкого материала, ареометр. Выполняя правила по технике безопасности (приложение 2), приступают к приготовлению электролита.

В щелочестойкий сосуд наливают дистиллированную воду, в которую постепенно высыпают твердую щелочь, непрерывно размешивая во избежание скопления нерастворенной щелочи и сильного местного разогрева сосуда.

После полного растворения химических компонентов и охлаждения электролита до комнатной температуры с помощью ареометра измеряют плотность полученного раствора. При необходимости ее доводят до значения, указанного в табл.17 и 19, добавляя воду или химические компоненты. В этом примере плотность электролита надо довести до 1,19—1,21 г/см³ с учетом температуры окружающего воздуха во время эксплуатации. Свежеприготовленный электролит всегда содержит некоторое количество нерастворившихся примесей в виде непрозрачных частиц (мути). Для того чтобы дать возможность примесям осесть на дно, а электролиту остыть после разведения, его оставляют на 16—20 ч в посуде, плотно закрытой крышкой. Затем прозрачную часть электролита осторожно сливают в чистую посуду, проверяют ареометром плотность. Чистый, откорректированный по плотности электролит можно заливать в аккумуляторы.

Допускается приготовление электролита для данных типов аккумуляторов в железной посуде. Запрещается пользоваться оцинкованной, луженой, алюминиевой, медной, свинцовой и керамической посудой, а также посудой, ранее применявшейся для приготовления кислотного электролита. Сосуды с электролитом должны быть всегда плотно закрытыми.

Пример расчета массы компонентов электролита из раствора концентрированной щелочи плотностью 1,41 г/см³. Требуется приготовить калиево-литиевый электролит плотностью 1,25—1,27 г/см³ для 40 аккумуляторов КН-10 из составной калиево-литиевой жидкой щелочи плотностью 1,41 г/см³.

При норме 0,12 л (табл. 18) на один аккумулятор с учетом 15 % резерва необходимо 0,12 · 40 · 1,15 = 5,5 л электролита. Для приготовления электролита к 1 л щелочи доливается 0,55 л дистиллированной воды. Из 1 л щелочи получится электролита 1 + 0,55 = 1,55 л, а для приготовления 5,5 л элект-

ролита потребуется щелочи 5,5 : 1,55 ≈ 3,5 л и воды 5,5 — — 3,5 = 2 л.

Дистиллированную воду выливают в сосуд для приготовления электролита. Часть воды оставляют для ополаскивания сосуда, в котором находился составной раствор. Раствор концентрированной щелочи выливают в сосуд с водой, непрерывно размешивая палочкой из щелочестойкого материала. При заливке необходимо принять все меры предосторожности, указанные в разделе техники безопасности. Воду после ополаскивания следует вылить в сосуд с электролитом. После охлаждения до комнатной температуры измеряют плотность полученного раствора и доводят до нормы, указанной в табл. 17, добавлением воды или раствора щелочи. Приготовленный раствор оставляют на 3—6 ч. Прозрачную часть электролита сливают в чистую посуду. Чистый, откорректированный по плотности электролит при температуре не выше 30 °С заливают в аккумуляторы. Оставшийся неиспользованным электролит надо хранить в плотно закрытой посуде.

Заливка аккумуляторов заводской готовности электролитом и пропитка активной массы электродов. Аккумуляторы, предназначенные для ввода в действие, т. е. к формировке структуры активной массы электродов, необходимо сухой ветошью очистить от пыли и грязи. Следы ржавчины с деталей, не покрытых лаком, надо снять ветошью, смоченной в керосине. Затем детали следует протереть насухо и покрыть лаком. Необходимо проверить правильность последовательного соединения аккумуляторов в батарее и плотно затянуть гайки межэлементных соединений. Затем аккумуляторы заливают электролитом.

Заливку желательно производить с помощью воронки и сосуда емкостью, равной или несколько большей емкости одного аккумулятора, чтобы залить в него необходимую норму электролита в один прием. При заливке аккумуляторов малой емкости можно пользоваться резиновой грушей, но удобнее — пипеткой из комплекта ареометра, с помощью которых можно при необходимости и отобрать излишне залитый электролит.

После заливки нормы электролита необходимо по уровню удостовериться в наличии достаточного количества раствора в каждом аккумуляторе и при необходимости внести корректировку — долить или отлить.

Нормально уровень должен быть не менее 5 и не более 12 мм над краем пластин электродов или над предохранительной сеткой. Его проверяют с помощью стеклянной трубки. По истечении 2—5 ч, необходимых для пропитки пластин, нужно проверить с помощью вольтметра ЭДС на каждом аккумуляторе. Она может быть не одинаковой на всех элементах,

а при ее отсутствии на одном или нескольких аккумуляторах необходимо проверить, залит ли в них электролит. Если электролит залит, то следует оставить всю батарею на пропитке еще не менее чем на 10 ч. Если и после этого ЭДС будет равна нулю, то эти аккумуляторы надо заменить.

После пропитки необходимо снова измерить уровень электролита и довести его до необходимой высоты (5—12 мм) над сеткой. Превышение верхнего предела уровня (12 мм) не может повредить аккумулятору, но при заряде излишний электролит выплескивается и заливает батарею.

Заряд аккумуляторов постоянным или выпрямленным переменным током при их формировке. После окончания пропитки и доведения уровня электролита до рекомендуемой высоты (5—12 мм над верхним краем пластин) однотипные аккумуляторы, собранные в батарею, подключают к зарядному устройству, соединяя положительный электрод крайнего в батарее аккумулятора с положительной клеммой зарядного устройства, а отрицательный электрод аккумулятора с отрицательной клеммой зарядного устройства.

Таблица 20

Номинальный зарядный ток кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов

Тип	Номинальный зарядный ток, А*	Тип	Номинальный зарядный ток, А*
АКН-2,25	0,56	НК-13	3,3
КН-10	2,5	НК-28	7
КН-22, ЖН-22	5,5	НК-55	14
КН-45, ЖН-45	11,25	НК-80	20
КН-60, ЖН-60	15	НК-125	31
КН-100, ЖН-100	25	НЖ-22	5,5
2КН-24	6	НЖ-45	11,25
2ФКН-9-I, 2ФКН-9-II	2,3	НЖ-60	15
НК-3	0,75	НЖ-100	25

* Время заряда 6 ч.

После включения зарядного устройства в сеть с помощью ручки автотрансформатора надо постепенно довести ток до значения, равного номинальному зарядному току, приведенному в табл. 20.

Затем необходимо удостовериться в правильности соединения элементов батарей между собой и батареи с зарядным устройством, для чего с помощью вольтметра нужно проверить напряжение на каждом аккумуляторе, которое должно быть практически одинаковым.

Для отформировки отдельных аккумуляторов или батареи необходимо заряд номинальным током (табл.20) проводить в течение 12 ч, после чего аккумуляторы оставить не менее чем на 1 ч. Затем надо провести разряд номинальным током (табл. 21) в течение 8 ч до напряжения ниже 1 В на худший аккумулятор батареи. При разряде отдельных аккумуляторов номинальным током разряд проводят до 1,1 В. Окончание разряда соответствует окончанию первого цикла формировки.

Таблица 21

Номинальный разрядный ток кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов

Тип	Номинальный разрядный ток, А	Тип	Номинальный разрядный ток, А	Тип	Номинальный разрядный ток, А
2ФКН-9-I, 2ФКН-9-II	0,5	НК-28	2,75	НК-13	13
АКН-2,25	0,28	НК-55	5,65	НК-28	28
КН-10	1,25	НК-80	7,5	НК-55	55
КН-22, ЖН-22	2,75	НК-125	12,5	НК-80	80
КН-45, ЖН-45	5,65	НЖ-22	2,75	НК-125	125
КН-60, ЖН-60	7,5	НЖ-45	5,65	НЖ-22	22
КН-100, ЖН-100	12,5	НЖ-60	7,5	НЖ-45	45
2КН-24	3	НЖ-100	12,5	НЖ-60	60
НК-3	0,28	НК-3	3	НЖ-100	100
НК-13	1,25				

Примечания: 1. Время разряда аккумуляторов типа 2ФКН-9-I и 2ФКН-9-II 18 ч; типа НК-3, НК-13, НК-28, НК-55, НК-80, НК-125, НЖ-22, НЖ-45, НЖ-60 и НЖ-100 — 8 и 1 ч; остальных типов — 8 ч.

2. При 18-часовом режиме следует разряжать до конечного напряжения не менее 1,1 В, при 1-часовом — не менее 0,5 В и при 8-часовом — до 1 В.

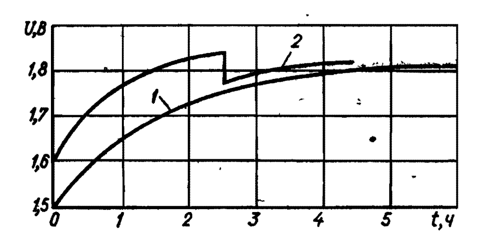


Рис. 10. Кривые заряда щелочного кадмиевоникелевого аккумулятора на составном электролите при нормальном (1) и ускоренном (2) режиме заряда и температуре 25 °С

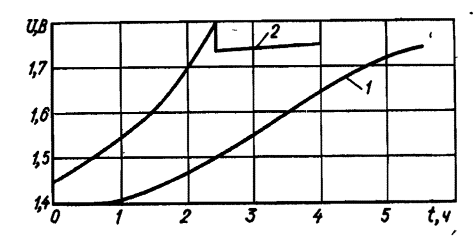


Рис. 11. Кривые заряда щелочного железоникелевого аккумулятора на составном электролите при нормальном (1) и ускоренном (2) режиме заряда и температуре 25 °С.

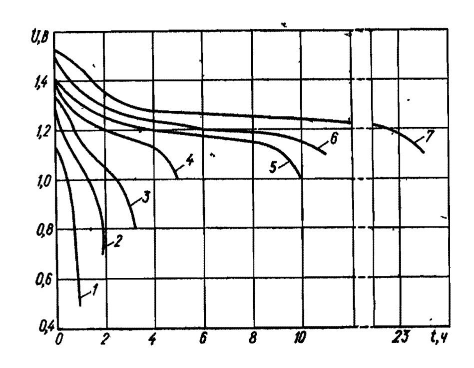


Рис. 12. Кривые разряда щелочного кадмиевоникелевого аккумулятора на составном электролите при различных режимах разряда и температуре 25 °С:
1 — 1-часовом; 2 — 2-часовом; 3 — 3-часовом; 4 — 5-часовом; 5 — 8-часовом; 6 — 10-часовом; 7 — 20-часовом.

После каждого формировочного цикла батарею оставляют не менее чем на 1 ч. Таких циклов следует провести 2—4.

После проведения принятого количества формировочных циклов рекомендуется провести один цикл контрольного заряда — разряда для проверки значения отдаваемой аккумулятором емкости. При контрольном цикле заряд производится током нормального режима, но уже в течение 6 ч (табл. 20). Разряд при контрольном цикле проводится номинальным разрядным током (табл. 21) до напряжения не ниже 1 В на аккумулятор батареи, разрядившийся раньше остальных, или до 1,1 В каждого аккумулятора при поочередном отключении. Если отданная при этом емкость будет не ниже номинальной (см. табл. 14), то надо сменить электролит. После этого батарея может быть введена в эксплуатацию.

Кривые заряда кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов в зависимости от принятых режимов изображены соответственно на рис. 10 и 11, а разряда — на рис. 12 и 13. Кривые заряда аккумуляторов характе-

ризуются плавным нарастанием, а разряда — плавным снижением напряжения. При коротких режимах разряда напряжение круто падает, а при длительных (8-, 10- и 20-часовом) наблюдается относительное постоянство напряжения.

Режим форсированного ввода в действие аккумуляторов заводской готовности. При необходимости и только по распоряжению лиц, руководящих работой аккумуляторной станции, может быть применен режим форсированного ввода в действие аккумуляторов типа КН-10 и батарей типа 2ФКН-9-I и 2ФКН-9-II при температуре окружающей среды более 35 °С. Однако при этом следует учитывать, что аккумуляторы теряют 30—40 % емкости.

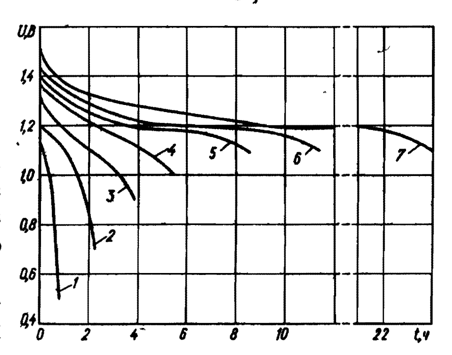


Рис. 13. Кривые разряда щелочного железоникелевого аккумулятора на составном электролите при различных режимах разряда и температуре 25 °С:
1 — 1-часовом; *2* — 2-часовом; *3* — 3-часовом; *4* — 5-часовом; *5* — 8-часовом; *6* — 10-часовом; *7* — 20-часовом

При эксплуатации в течение гарантийного срока не следует проводить более 10 форсированных зарядов вследствие неизбежного ухудшения работоспособности аккумуляторов. Аккумуляторы с ЭДС, равной 0, после пропитки не подлежат режиму форсированного ввода в действие. При режиме форсированного ввода в действие аккумуляторы или батареи, залитые электролитом, выдерживают 1 ч для пропитки пластин. Аккумуляторы типа КН-10 заряжают током 6 А в течение 3 ч, а батареи типа 2ФКН-9-I и 2ФКН-9-II — током 5 А в течение 3 ч.

Аккумуляторы и батареи после заряда выдерживают 1 ч для удаления газов, а затем вводят в действие. Пробки аккумуляторов при таком режиме заряда должны быть открытыми. Их закрывают только после удаления газа.

Батареям, введенным в действие после форсированного заряда, при первой возможности надо сообщить нормальный заряд в течение 6 ч и провести контрольные электрические испытания. Если при этом батарея не отдает номинальную емкость, надо привести аккумуляторы в рабочее состояние.

Заряд аккумуляторов, разряженных в процессе эксплуатации, проводится от любого источника постоянного тока. Батареи составляют из отдельных аккумуляторов и подключают их к зарядному устройству.

При эксплуатации аккумуляторов и батарей применяются следующие режимы заряда:

нормальный — 6 ч нормальным током (табл. 20);

усиленный — 12 ч нормальным током, сообщается при вводе в действие; через каждые 10 циклов, а при нерегулярной работе — 1 раз в 1 мес; после смены электролита; после глубоких разрядов ниже допустимых конечных напряжений, а также после разрядов слабыми токами, чередующимися с перерывами в течение 16 ч и более;

ускоренный — 2,5 ч током, вдвое большим нормального, и 2 ч нормальным током.

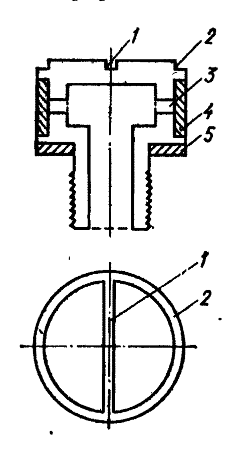


Рис. 14. Пробка кадмиевоникелевого аккумулятора:

1 — шлиц; 2 — ступенчатая проточка верхнего буртика; 3 — вентиляционное отверстие; 4 — резиновое кольцо; 5 — резиновая уплотнительная прокладка.

Кадмиевоникелевым и железоникелевым аккумуляторам в отличие от серебряно-цинковых перезаряды не опасны. Эти аккумуляторы при необходимости заряжают и более слабым током, чем нормальный, соответственно увеличивая время заряда, но снижая ток. Однако снижать ток более чем наполовину не рекомендуется, поскольку при этом ухудшается качество аккумуляторов. Если во время заряда температура составного (калиево-литиевого или натриево-литиевого) электролита поднимается выше 45 °С и электролита без добавки едкого лития выше 35 °С, необходимо заряд прекратить и дать аккумуляторам остыть.

Зимой аккумуляторы заряжают в помещении при комнатной температуре. При необходимости заряжать аккумуляторы на открытом воздухе следует учитывать, что при температуре —10...—30 °С заряжать надо при нормальном токе в течение 7 ч. Железоникелевые аккумуляторы заряжать при температуре ниже —10 °С не рекомендуется. Если температура воздуха ниже —30 °С, аккумуляторы при заряде должны быть накрыты войлоком, брезентом, сеном, соломой.

Во время заряда крышка ящика батареи аккумуляторов должна быть открыта, а пробки аккумуляторов вывернуты.

При необходимости заряд может проводиться при закрытой крышке ящика и ввернутых пробках, за исключением аккумуляторов типа КН-10 и КН-22 без цапф и батарей типа 2ФКН-9-I, 2ФКН-9-II и 2КН-24. Пробки указанных аккумуляторов имеют отличительный знак в виде одного шлица со ступенчатой проточкой верхнего буртика (рис.14). Заряд при плот-

но закрытых пробках может привести к значительному разбуханию корпусов указанных аккумуляторов. Если заряд проводился с неплотно закрытыми или с вывернутыми пробками, то сразу же после окончания заряда надо ввернуть пробки, за исключением указанных выше аккумуляторов и батарей, которые нужно закрыть пробками по истечении не менее 2 ч.

Во время заряда не следует допускать выплескивания электролита. Если это произойдет, необходимо своевременно протереть крышки аккумуляторов, отобрать излишне залитый электролит и проверить, не произошло ли разбухание корпуса, которое может привести к замыканию между соседними стенками. Наличие замыкания можно установить по напряжению батареи, которое будет значительно ниже нормального для данного момента заряда.

При деформации корпуса и появлении короткого замыкания батарею следует отключить, вывернуть пробку аккумулятора с разбухшим корпусом и заменить в ней старое резиновое кольцо на новое более эластичное. Чтобы избежать разбухания корпуса аккумулятора, желательно произвести несколько контрольных расслаблений затяжки пробок и обнаружить при этом дефектный резиновый клапан. Если после устранения короткого замыкания воздушный зазор между двумя соседними аккумуляторами менее 3 мм, следует их изолировать листом из эбонита, винипласта или резины. После устранения короткого замыкания аккумуляторов необходимо им сообщить усиленный заряд.

Перед каждым зарядом необходимо проверять уровень электролита и доводить его до нормы. При заряде аккумуляторов необходимо учитывать, что систематические недозаряды сокращают их долговечность. Для улучшения принятия очередного заряда желательно аккумуляторы поставить на доразряд, чтобы снять оставшийся неизрасходованный заряд. Доразряд проводят номинальным разрядным током до напряжения 1,1 В на каждом аккумуляторе.

Разряд аккумуляторов на аккумуляторной станции. При формировке аккумуляторов после сообщения им заряда и отстоя батареи не менее 1 ч следует разряд. Формировочный разряд проводится током, указанным в табл.21. Принятую при заряде емкость аккумуляторы отдают не точно за 8 ч, следовательно, окончание разряда каждого из них наступает в разное время.

Если аккумуляторы при формировке не вмонтированы в заводской ящик, а соединены временной электрической цепью, их желательно отключать по мере достижения предельного напряжения разряда, равного 1,1 В. Этим достигается

одинаковая глубина разряда аккумуляторов и создаются более благоприятные условия для последующего заряда.

При формировке аккумуляторов разряд проводится нормальным током (табл. 21), а при эксплуатации разряд может производиться различным током.

Разряд кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторов можно проводить до конечного напряжения:

при 8-часовом и более длительном режиме разряда — не ниже 1,1 В;

при 5-часовом режиме разряда — не ниже 1 В;

при 3-часовом режиме разряда — не ниже 0,8 В;

при 1-часовом разряде — не ниже 0,5 В.

Число часов разрядного режима (8,5,3,1) определяется делением номинальной емкости аккумулятора в ампер-часах на разрядный ток в амперах. Отсюда, например, для аккумуляторов КН-22 при 3-часовом режиме разряда разрядный ток $I_р = 22/3 = 7,33$ А. Если заряженный аккумулятор по какой-либо причине не будет использоваться более 1 мес, его следует разрядить током 8-часового режима до предельного разрядного напряжения и хранить в помещении, отведенном для щелочных аккумуляторов.

Смена электролита. В кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторах через каждые 100 — 150 циклов рекомендуется сменить электролит. Процесс смены электролита заключается в следующем.

Током 8-часового режима (табл.21) аккумулятор разряжают до напряжения 1 В. После этого выливают старый электролит, энергично встряхивая аккумулятор (батарею) для удаления из него грязи. После удаления старого электролита аккумуляторы промывают подщелоченной отстоенной или дистиллированной водой, энергично встряхивая. Аккумуляторы, промытые дистиллированной водой, во избежание коррозии пластин следует немедленно залить электролитом необходимой плотности и поставить на 2 ч для лучшего смешивания свежего электролита с оставшимся не вылитым раствором. Затем измеряют плотность раствора, доводят до требуемого значения добавлением дистиллированной воды или электролита повышенной плотности. После этого аккумуляторы закрывают пробками.

Смену электролита надо производить также и при переводе аккумуляторов на работу при температуре —20 °С и ниже.

Обычно, когда необходимо приступить к заливке аккумуляторов электролитом при формировке, состав его подбирается соответственно условиям, существующим в данный момент. При изменении температуры окружающей среды, когда применяемый электролит не соответствует условиям эксплуата-

ции, прибегают к замене его на другой, соответствующий изменившимся условиям.

Если аккумулятор был залит составным калиево-литиевым электролитом плотностью 1,19—1,21 г/см^3, а требуется залить чистый калиевый электролит повышенной плотности 1,25—1,27 г/см^3, то нужно из аккумулятора вылить составной электролит и сохранить его в плотно закрытом сосуде для повторного использования, а вместо него залить приготовленный.

Если аккумулятор работал на составном натриево-литиевом электролите и его требуется заменить чистым калиевым (без добавки едкого лития) плотностью 1,25 — 1,27 г/см^3, то из него нужно вылить электролит и залить сначала на 2—3 цикла раствор чистого едкого калия плотностью 1,19 — 1,21 г/см^3, а затем заменить его на раствор чистого едкого калия плотностью 1,25 — 1,27 г/см^3.

Следовательно, при изменении не только плотности, но и состава электролита необходимо, чтобы аккумулятор проработал 2—3 цикла на промежуточным электролите нового состава, но меньшей плотности. После этого можно заменить промежуточный электролит на окончательный нового состава и плотности.

Замена калиево-литиевого электролита на натриевый или на натриево-литиевый нецелесообразна.

Контрольные электрические испытания и замена отбракованных аккумуляторов. Аккумуляторы, прослужившие в эксплуатации 100—150 циклов, должны быть подвергнуты контрольным электрическим испытаниям. Цель этих испытаний — установить отдаваемую емкость при разряде, т. е. степень пригодности аккумулятора для дальнейшей эксплуатации. Для этого надо сменить электролит. Затем аккумуляторам необходимо сообщить два тренировочных цикла заряда—разряда и один контрольный.

Оба тренировочных цикла проводятся при заряде номинальным током (табл.20) продолжительностью 12 ч и разряде номинальным током (табл.21) и 8-часовом режиме разряда, но не ниже конечного напряжения 1,1 В при поочередном отключении разрядившихся аккумуляторов или до 1 В на одном или нескольких худших аккумуляторах, смонтированных в заводском ящике.

При контрольном цикле заряд проводится номинальным током (табл.20) в течение 6 ч и разряд — нормальным током (табл. 21) в течение 8 ч, но до конечного напряжения, указанного выше. При проведении контрольного цикла напряжение измеряется на каждом аккумуляторе: при заряде — в начале и в конце заряда; при разряде — в начале разряда через 6, 7 и 8 ч, в конце разряда — чаще.

Аккумуляторы, на которых напряжение через 6 ч разряда снизилось до 1 В и ниже, следует заменить. В случае заряда при нормальной температуре, а контрольного разряда при низких температурах аккумуляторы с электролитом из раствора едкого калия плотностью 1,25—1,27 г/см³ при температуре —10 °С отдают в среднем 85 % номинальной емкости, при —20 °С — 75 %, при —30 °С — 50 % и при —40 °С —20 %.

Указанные проценты отдаваемой емкости при температуре —10 и —30°С ГОСТом не гарантируются и даны как примерные.

Хранение и транспортировка аккумуляторов. Кадмиево-никелевые и железоникелевые аккумуляторы должны храниться в сухом, проветриваемом и закрытом помещении, в котором сохраняется практически постоянная температура. Отопление в таком помещении не обязательно.

В помещении, отведенном для хранения щелочных аккумуляторов, не должны находиться кислотные аккумуляторы или кислоты, так как кислоты губительно действуют на щелочные аккумуляторы. Не допускается производить заряды и разряды кислотных аккумуляторов на аккумуляторной станции, обслуживающей щелочные аккумуляторы.

Аккумуляторы выпускаются промышленностью готовыми для хранения. При получении новых аккумуляторов необходимо проверить плотность привернутых пробок и исправность резиновых клапанов; покрыть лаком непокрытые места и места с нарушением покрытия на корпусе аккумулятора; смазать никелированные пробки и гайки аккумулятора тонким слоем смазки («Нефтегаз НГ-204У» по МРТУ 12Н № 69—63) для защиты от коррозии.

Аккумуляторы, подлежащие хранению, должны быть сухими и чистыми. Защиту крышек аккумуляторов и крышек батарей сдвоенной конструкции, не имеющих лакокрасочного покрытия, необходимо смазать. Смазкой нужно покрыть все неокрашенные детали аккумулятора и межэлементные соединения. Места с нарушенным лаковым покрытием надо реставрировать битумно-эбонитовым лаком или любым другим черным изоляционным лаком. Нельзя покрывать смазкой места, покрытые лаком, во избежание порчи его.

Аккумуляторы, находящиеся в эксплуатации, для перевода на длительное хранение (более 1 года) следует разрядить током нормального 8-часового режима до напряжения 1 В, вылить из них электролит, закрыть плотно пробками, вытереть сухой чистой ветошью от пыли и солей, смазать и покрыть лаком, как указано выше.

Аккумуляторы, периодически бездействующие (от 1 мес до 1 года), могут храниться с электролитом в разряженном

или полуразряженном состоянии с плотно закрытыми пробками.

Перед транспортировкой аккумуляторы желательно привести в состояние для длительного хранения, как указано выше. При необходимости можно транспортировать аккумуляторы и батареи с электролитом.

Тренировочные циклы заряда—разряда. После длительного бездействия (более 1 года) в заряженном состоянии аккумуляторы (главным образом железоникелевые) временно теряют емкость, которую можно в какой-то степени восстановить, если провести тренировочные циклы заряда—разряда.

Для этого их следует доразрядить нормальным разрядным током до 1 В на худший аккумулятор батареи или до 1,1 В, если отключать поочередно разрядившиеся аккумуляторы. Затем надо провести контрольный заряд нормальным зарядным током (табл.20) в течение 6 ч, а через 1 ч— разряд нормальным током (табл.21) до напряжения 1 В на худший аккумулятор, если аккумуляторы смонтированы в батарейном ящике, или до 1,1 В, если отключать поочередно каждый аккумулятор.

Если отданная при этом емкость будет не ниже номинальной (см. табл. 14), аккумуляторы после сообщения нормального рабочего заряда могут быть введены в эксплуатацию. В противном случае аккумуляторы заряжают нормальным зарядным током (табл. 20) в течение 12 ч и через 1 ч— разряжают нормальным разрядным током (табл. 21) в течение 8 ч, не обращая внимание на напряжение аккумуляторов, т. е. на глубину разряда. Разряд ведут без внешнего источника так на реостат до тех пор, пока возможно поддерживать постоянный разрядный ток. В конце разряда нормальный ток поддерживается с помощью внешнего источника тока. Для этого аккумуляторы подключают к зарядному устройству следующим образом: положительный полюс аккумулятора или батареи соединяют с отрицательным полюсом зарядного устройства, а отрицательный полюс аккумулятора — с положительным зарядного устройства. Ток регулируют ручкой автотрансформатора зарядного устройства. После такого глубокого разряда аккумуляторы заряжают нормальным зарядным током (табл. 20) в течение 16 ч и направляют их в эксплуатацию.

Последующие заряды производят в течение 6 ч нормальным током, как при заряде аккумуляторов, разряженных в процессе эксплуатации.

Аккумуляторы, хранившиеся с электролитом не более 1 года, вводят в эксплуатацию без смены электролита, если он соответствует предъявляемым требованиям. При более длительном хранении электролит следует сменить.

Процесс обслуживания железоникелевых аккумуляторов более трудоемкий, чем кадмиевоникелевых. Эти аккумуляторы сразу после отформировки или после длительного хранения не отдают гарантированной емкости даже после продолжительных тренировочных циклов заряда—разряда. Это происходит вследствие окисления серы железного электрода при хранении аккумулятора. При вводе в действие после длительного хранения из железоникелевых аккумуляторов необходимо вылить старый электролит и залить в них новый в зависимости от температуры воздуха (табл.22). Через 3 ч после заливки электролита измеряют ЭДС каждого аккумулятора батареи.

Таблица 22

Рекомендуемый состав электролита для обработки железоникелевых аккумуляторов при окислении серы железного электрода

Температура воздуха, °С	Рекомендуемый состав электролита	Плотность, г/см³
0 ... +40	Составной раствор едкого натрия с добавкой 20 г/л едкого лития (моногидрата) и 20—25 г/л сернистого реактивного натрия $Na_2S \cdot 9H_2O$ (ГОСТ 2053—77)	1,18—1,2
0 ... —20	Составной раствор едкого калия с добавкой 20 г/л едкого лития (моногидрата) и 20—25 г/л сернистого реактивного натрия $Na_2S \cdot 9H_2O$ (ГОСТ 2053—77)	1,21—1,23

Примечание. Добавку сернистого натрия необходимо растворить в приготовленном электролите и через 24 ч использовать осветленную часть, а осадок — вылить.

При ЭДС, равной нулю, батарею следует оставить на пропитке еще на 10 ч. Если и после этого ЭДС хотя бы в одном аккумуляторе будет равной нулю, то его надо заменить. Во всех аккумуляторах уровень электролита нужно довести до 5—15 мм над верхней кромкой пластин. Затем аккумуляторам сообщают три цикла заряда—разряда:

первый цикл — заряд нормальным зарядным током (табл.20) в течение 12 ч, разряд нормальным разрядным током (табл. 21) в течение 4 ч до напряжения не ниже 1В на худшем аккумуляторе батареи или до 1,1 В на каждом аккумуляторе при поочередном их отключении от РУ;

второй и третий циклы — заряд нормальным зарядным током в течение 12 ч, разряд нормальным разрядным током в течение 8 ч до напряжения не ниже 1 В на худшем аккумуляторе батареи или до 1,1 В на каждом аккумуляторе при

поочередном их отключении от РУ. Если при третьем цикле разряда аккумуляторы не отдают номинальной емкости, им следует сообщить еще 1—2 дополнительных цикла заряда — разряда (при режиме третьего цикла) до отдачи при разряде номинальной емкости.

Восстановленные таким образом аккумуляторы вводят в эксплуатацию с находящимся в них электролитом.

Маркировка кадмиевоникелевых и железоникелевых аккумуляторных батарей. В типах аккумуляторов буквы обозначают:

А — преимущественную область применения (цепь анода);

КН и ЖН — электрохимическую систему (КН — кадмиевоникелевая, ЖН — железоникелевая).

Через дефис к буквенному обозначению добавляются 1—3 цифры, определяющие емкость аккумулятора, А · ч.

В типах аккумуляторных батарей арабские цифры, стоящие перед буквенно-цифровым, указывают на число последовательно соединенных аккумуляторов, а буквы, стоящие после буквенно-цифрового обозначения аккумулятора, означают: К — в металлическом каркасе; М — со съемной крышкой; Т — с выводными клеммами на торцевой стороне.

Римские цифры, стоящие после буквенно-цифрового обозначения, указывают на способ сварки (I — по длине, II — по ширине корпуса).

Например:

32АКН-2,25

— аккумуляторная батарея из 32 кадмиевоникелевых аккумуляторов применяется в анодных цепях; емкость 2,25 А·ч;

7ЖН-45КТ

- аккумуляторная батарея из 7 железоникелевых аккумуляторов смонтирована в металлическом каркасе, выводные клеммы расположены на торцевой стороне батареи, емкость 45 А·ч.

3. КАДМИЕВОНИКЕЛЕВЫЕ ГЕРМЕТИЧНАЯ И НЕГЕРМЕТИЧНАЯ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ ДЛЯ ШАХТНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

Назначение, конструкция и принцип действия герметичной батареи. В светильнике типа СГГЗ для освещения рабочего места в шахтах в качестве источника тока применяется кадмиевоникелевая герметичная аккумуляторная батарея типа ЗНКГК-11Д (рис. 15).

Батарея типа ЗНКГК-11Д состоит из трех последовательно соединенных между собой герметичных кадмиевоникелевых

аккумуляторов, в стальной корпус которых залит электролит во время изготовления батареи на заводе. При эксплуатации электролит доливать в батарею не требуется. Положительные электроды металлокерамические, а отрицательные — прессованные. В качестве сепаратора применяется хлориновая суровая непромытая ткань. Исходной активной массой положительного электрода является гидрат закиси никеля $Ni(OH)_2$, а отрицательного — гидрат окиси кадмия $Cd(OH)_2$. Отрицательный электрод соединен с корпусом, а положительный — с борном, изолированным от корпуса. Электрохимический процесс, протекающий в аккумуляторе, может быть выражен следующим уравнением:

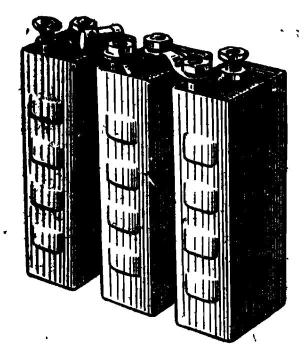


Рис. 15. Общий вид аккумуляторной батареи типа ЗНКГК-11Д

$$2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2 \underset{\text{Разряд}}{\overset{\text{Заряд}}{\rightleftarrows}} 2NiOOH + Cd + 2H_2O.$$

Донное пространство аккумулятора заполнено активированным углем, который способствует газопоглощению для снижения внутреннего давления при заряде.

Электролитом для данного типа батарей служит раствор едкого калия плотностью 1,29 г/см^3 с добавкой едкого лития LiOH. При нормальной эксплуатации аккумуляторов исключается возможность выделения наружу электролита или газа. Аккумуляторы могут работать в любом положении в пространстве.

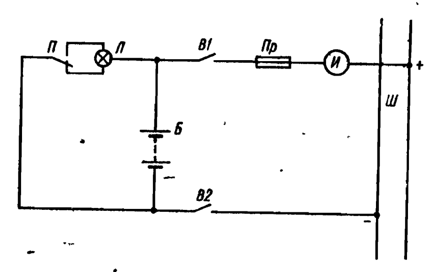


Рис. 16. Принципиальная электрическая схема зарядки батареи ЗНКГК-11Д: *И* — индикатор тока зарядного станка; *Пр* — предохранитель; *В1* — ключ зарядного станка; *В2* — пружина зарядного станка; *Б* — батарея; *Л* — лампа накаливания фары; *П* — переключатель света на нить накаливания *1* А — 0,5 А; *Ш* — шины зарядного станка

Завод выпускает батареи в разряженном состоянии. Номинальная емкость батареи 40 кКл (11 А · ч), номинальное напряжение батареи 3,75 В.

Заряд аккумуляторной батареи производится на зарядном станке ЗСУ2Д завода «Свет шахтера» при стабилизированном (постоянном) напряжении (4,5 ± 0,1) В. Для подключения батареи на заряд не требуется извлекать ее из кор-

пуса светильника. Достаточно ввести ключ зарядного станка в контактную втулку, расположенную на фаре, и повернуть фару на 180° по часовой стрелке. Питание к батарее подается через провод светильника. При этом ключ зарядного станка является положительным контактом, а пружинный контакт зарядного станка — отрицательным. Принципиальная электрическая схема зарядки батареи показана на рис. 16.

Заряд батареи должен обеспечить нормальную работу светильника не менее 11 ч. Преждевременное выгорание светильника в шахте означает, что батарея была не полностью заряжена или не принимает заряд. Если батарея плохо принимает заряд, надо проверить контакт в зарядной цепи, а затем ей сообщить тренировочный цикл заряда — разряда. Если обнаружится течь электролита, надо подтянуть гайку на клемме.

Таблица 23

Рекомендуемый режим заряда—разряда при приведении герметичных аккумуляторов в рабочее состояние

Цикл	Ток, А	Продолжительность, ч	Емкость, кКл (А·ч)
Заряд			
Первый	1	10	36 (10)
Второй контрольный		13	47 (13)
Разряд*			
Первый	1	—	—
Второй контрольный			>36 (>10)

* Конечное напряжение 3 В.

Заряд герметичной батареи заводской готовности при вводе в действие следует начинать с осмотра батареи, очистки ее и устранения неисправностей. При наличии солей на положительных борнах необходимо подтянуть нижнюю гайку. Наличие солей на ребрах аккумулятора свидетельствует о его непригодности к использованию.

Аккумуляторы заводской готовности, не бывшие в эксплуатации или находившиеся на длительном хранении, для приведения в рабочее состояние должны пройти два формировочных цикла заряда—разряда неизменяющимся постоянным током (если эти операции проводятся от ЗУ и РУ) (табл. 23).

Во время второго цикла не допускается размыкание цепи заряда. При отсутствии напряжения в ЗУ батарею надо немедленно отключить, причем время вынужденного перерыва надо исключить из общей продолжительности заряда.

Заряд при вводе в действие, а равно и во время эксплуатации, должен проводиться при температуре от 15 до 25°С. Зарядное устройство должно обеспечить напряжение не менее $6 \cdot n_б$, В, где $n_б$ — число батарей, поставленных на заряд и включенных последовательно.

Заряд может проводиться и при постоянном (неизменяющемся) напряжении (4,4 ± 0,1) В при условии, что ток в начале заряда не будет превышать 2А, а после сообщения батарее 50 % емкости, снятой на предыдущем разряде, будет снижен до 1 А.

При заряде батареи через фару при постоянном напряжении (4,5 ± 0,1) В емкость батареи будет на 10 % меньше, чем при заряде постоянным током 1 А (табл. 23) при времени заряда 13—15 ч.

Заряд герметичной батареи, находящейся в эксплуатации, с помощью зарядного устройства производится током 0,7 — 1,2 А. Батарее при этом должно быть сообщено до 120 % емкости, снятой при разряде. Уменьшение этих значений может привести к снижению емкости, а увеличение — к выходу из строя батареи (деформации сосуда или разрыву сварного шва).

Для того чтобы не допустить ошибки, при выборе режима заряда рекомендуется аккумуляторы доразрядить током 1 А до напряжения 1 В на каждом из них и через 1 ч после этого поставить их на заряд. Время заряда, ч, в зависимости от тока (0,7 — 1,2 А) определяем по формуле

$$T_з = 1{,}2 C_н / I_з,$$

где $C_н$ — номинальная емкость аккумулятора; 1,2 — коэффициент, учитывающий предел доведения емкости аккумулятора при заряде до 120 % от снятой емкости при разряде; $I_з$ — принятый ток для проведения заряда, не менее 0,7 А и не более 1,2 А.

Если аккумуляторы доразряжены до нижнего предела 1 В и решено проводить заряд током 0,9 А, то время заряда

$$T_з = \frac{1{,}2 \cdot 11}{0{,}9} = 14{,}7 \text{ ч} = 14 \text{ ч } 42 \text{ мин}$$

Допускается заряд и при постоянном напряжении при соблюдении условий заряда батареи заводской готовности.

Разряд герметичной батареи заводской готовности при вводе в действие. При вводе в действие батареи заводской готовности не менее чем через 1 ч после дозаряда ставят на разряд, который следует проводить при токе, указанном в табл. 23, до конечного напряжения 1 В на каждом аккумуляторе или 3 В на батарее.

Разряд батареи может проводиться на реостат (рис. 17) или сеть постоянного тока (рис. 18).

При втором (контрольном) цикле разряда следует зафиксировать продолжительность разряда до конечного напряжения 3 В. Если она окажется менее 10 ч, эта батарея должна быть подвергнута третьему циклу заряда—разряда режимом

второго цикла. Если продолжительность разряда на третьем цикле составит более 10 ч, батарея может быть введена в эксплуатацию. Если и в этом случае разряд продлится менее 10 ч, батарея должна быть забракована, но может быть использована на менее ответственных участках.

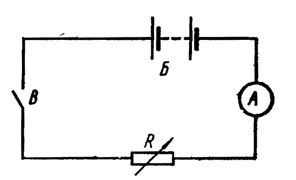


Рис. 17. Электрическая схема разряда аккумуляторной батареи на реостат R:

А — амперметр; *В* — выключатель

Батареи, удовлетворяющие требованиям второго или третьего контрольного разряда, считаются годными и могут быть переданы в эксплуатацию.

При разряде на РУ необходимо контролировать напряжение через каждый час, а в последний час — через 15 мин и чаще. Во время контрольного разряда размыкание цепи не допускается. При вынужденном перерыве длительностью менее 30 мин это время исключается при определении продолжительности разряда, но если перерыв продлился более 30 мин, то разряд продолжают до конечного напряжения, а контрольный цикл повторяют.

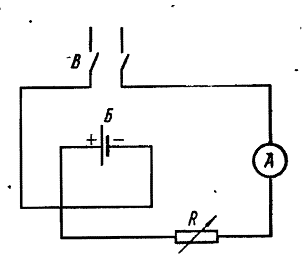


Рис. 18. Электрическая схема разряда аккумуляторной батареи на сеть постоянного тока

Разряд герметичной батареи, находящейся в эксплуатации, можно производить током, не превышающим 12 А. Конечное напряжение разряда должно соответствовать значениям, указанным в табл. 24. Номинальный разрядный ток равен 1 А, поэтому завод гарантирует емкость, указанную в табл. 23, при условии эксплуатации батареи разрядным током, не превышающим 1 А. Более глубокий разряд, т. е. разряд ниже конечного напряжения, указанного в табл. 24, не допускается, так как он приводит к переполюсовке аккумуляторов. При переполюсовке создается большое внутреннее давление, вследствие чего деформируются или разрываются корпуса аккумуляторов.

Таблица 24

Нижний предел напряжения герметичной батареи при разряде токами выше номинальных

Ток разряда, А	Напряжение в конце разряда, В	
	на одной батарее	на одном аккумуляторе
До 2	3	1
Более 2 до 4	2,7	0,9
» 4 » 12	2,4	0,8

Хранение, долговечность и транспортировка герметичных батарей. Помещение для хранения батарей должно быть сухим, вентилируемым, с тем-

пературой воздуха от 0 до 35 °С. Батареи должны быть защищены от прямых солнечных лучей и влаги. Их следует хранить на стеллажах на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов. Периодически необходимо очищать батареи от пыли. Не допускается хранить кадмиевоникелевые герметичные аккумуляторные батареи с кислотными батареями или кислотами.

Если батареи хранятся не в корпусах светильников, то все аккумуляторы должны быть изолированы прокладками. Для длительного хранения бывшие в эксплуатации аккумуляторы надо разрядить до напряжения 1 В на аккумулятор или до 3 В на батарею, смазать тонким слоем вазелина клеммы, гайки, перемычки и хранить, как указано выше.

Срок хранения батарей до ввода в эксплуатацию не должен превышать 24 мес. Долговечность батарей составляет 1000 циклов заряда—разряда. При этом в течение 600 циклов средняя емкость батарей, поставленных на испытания, должна быть не ниже номинальной, а в течение последующих 400 циклов — не менее 32 кКл (9А · ч). Емкость батарей не должна снижаться более чем на 10 % от указанных значений.

Батарея после хранения неотформированной в течение двух лет со дня выпуска должна удовлетворять ТУ 16—529.089—67, если соблюдались требования инструкции по эксплуатации.

При необходимости транспортировки перед укладкой в ящики аккумуляторы должны быть завернуты в плотную бумагу.

Маркировка герметичных батарей. В типе батареи ЗНКГК-11Д цифра 3 указывает на число последовательно соединенных аккумуляторов. Буквы обозначают: НК — никель-кадмиевая электрическая система; Г — герметическое исполнение аккумулятора; К — комбинированный блок пластин (положительные пластины металлокерамические, отрицательные — прессованные).

Через дефис к буквенно-цифровому обозначению добавляется цифра 11, определяющая номинальную емкость батарей, равную 11 А·ч при 11-часовом режиме разряда, и буква Д, обозначающая длительный режим разряда.

Ввод в действие негерметичной аккумуляторной батареи 3 ШНК-10-05 и уход за ней в период эксплуатации. В качестве источника питания шахтного индивидуального светильника СГД 5-1ПС используются негерметичные аккумуляторные батареи типа ЗШНК-10-05. Они отличаются от аккумуляторов типа ЗНКГК-11Д конструктивным исполнением.

Для ввода в действие аккумуляторных батарей типа ЗШНК10-0-5 необходимо ввести через заливочное отверстие 25 см^3 электролита с помощью резиновой груши с корректи-

ровочным устройством. Корпус аккумуляторной батареи при заливке должен находиться в горизонтальном положении. Как правило, электролитом для них служит раствор едкого натрия (ГОСТ 2263—71) плотностью 1,15—1,17 г/см³ в дистиллированной воде с добавкой 10 г/л гидрата окиси лития марки ЛГО-1 и ЛГО-2 ГОСТ 8595—75. Допускается применение раствора едкого калия (ГОСТ 9285—69) марки А плотностью 1,17—1,19 г/см³ с добавкой 20 г/л гидрата окиси лития ЛГО-1 и ЛГО-2.

При эксплуатации требуется регулярно доливать электролит один раз в неделю, т. е. через каждые шесть циклов работы светильника. Даты доливок записываются в журнале. Превышать норму доливок электролита не рекомендуется во избежание выплескивания последнего при пользовании светильником. Для формировки структуры активного вещества электродов (электроды в батарее ламельной конструкции) после заливки электролита батарея устанавливается в вертикальное положение не менее чем на 10 ч. Пробки при этом ввинчиваются. В них имеются отверстия для выхода газа. Для проведения формировки достаточно провести 2—3 тренировочных цикла заряда—разряда на станке типа «Заряд», ЗСУ-2, ЗСУ-2Д или на зарядном устройстве.

1. На станке типа «Заряд» или ЗСУ-2, ЗСУ-2Д

заряд при напряжении 5—5,15 В в течение 12 ч;

разряд на 1-амперную нить лампы до напряжения не ниже 3,3 В на батарее.

Если после тренировочных циклов батарея не отдает номинальной емкости 36 кКл (10 А·ч), то ей необходимо сообщить еще два цикла заряда—разряда:

заряд при напряжении 5—5,15 В продолжительностью 15 ч;

разряд на 1-амперную нить лампы не ниже 3,3 В на батарее.

Из батареи, отдавшей номинальную емкость, следует слить электролит и залить 25 см³ свежего электролита. Слив электролита производится из батареи, установленной в горизонтальном положении (отверстиями вниз) не менее чем на 5 мин. После заливки уровень электролита необходимо скорректировать, закрутить пробки и поставить на заряд на 12—15 ч при указанном выше напряжении. Заряженные батареи можно вводить в эксплуатацию.

2. На зарядном устройстве (выпрямителе)

Мощность выпрямителя должна составлять в расчете на одну батарею примерно 10 Вт. Батарее должно быть сообщено 2—3 цикла заряда—разряда:

заряд током 1,5 А в течение 12 ч;

разряд током 1 А в течение 10 ч, но до напряжения на ба-

тарее не ниже 3,3 В на разрядном устройстве или на 1-амперную нить лампы.

В период эксплуатации заряд на ЗУ проводится также током 1,5 А в течение 12 ч. Разряд до напряжения не ниже 3,3 В на батарее. Доливку необходимо производить электролитом плотностью, меньшей чем при первой заливке, при формировке:

натриевым электролитом плотностью 1,1 г/см^3 с добавкой (5 $\pm$ 1) г/л гидроокиси лития;

калиевым плотностью 1,1 г/см^3 с добавкой (10 $\pm$ 1) г/л гидрата окиси лития.

Доливка производится в следующей последовательности. Батарею укладывают в горизонтальное положение, пробками вверх. Пробки следует вывернуть. Заливают 25 см^3 электролита указанных для доливки состава и плотности. Затем батарею ставят в вертикальное положение на время не менее 2 ч, после чего снова укладывают в горизонтальное положение пробками вверх, выворачивают пробки, отбирают лишний электролит, вворачивают пробки и устанавливают батарею на заряд. Батарея постоянно должна быть чистой.

III. КИСЛОТНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ТРАКТОРНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

Назначение, конструкция и долговечность аккумуляторных батарей. Автомобильные и тракторные аккумуляторные батареи предназначены для обеспечения срабатывания системы зажигания в стартерном режиме при запуске двигателя внутреннего сгорания, а также служат источником питания аппаратуры, установленной на транспортных средствах.

Батареи состоят из последовательно соединенных между собой секций (аккумуляторов). Номинальное напряжение каждого аккумулятора составляет 2 В. Батареи, выпускаемые промышленностью, состоят из трех (общее напряжение батареи 6 В) (рис. 19) и шести аккумуляторов (общее напряжение батареи 12 В) (рис. 20). Технические данные автомобильных и тракторных аккумуляторных батарей приведены в табл. 25.

Срок хранения батарей, не залитых электролитом, установлен три года, а батарей 6СТ-190 — пять лет с момента изготовления. Сухозаряженность батарей гарантируется в течение одного года с момента изготовления.

Долговечность батарей со дня приведения их в рабочее состояние и обеспечение при этом нормальной работы завод-

изготовитель гарантирует при условии соблюдения инструкции по эксплуатации аккумуляторов и исправности электрооборудования, а также если батареи хранились до этого не более гарантийного срока:

а) с одинарными сепараторами — 18 мес (при наработке не более 60 тыс. км) или 24 мес (при наработке не более 2500 мото-часов);

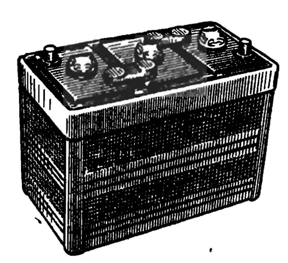


Рис. 19. Общий вид трехсекционной кислотной аккумуляторной батареи типа 3ТСТ-150

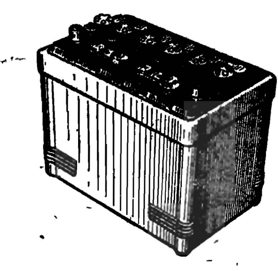


Рис. 20. Общий вид шестисекционной кислотной аккумуляторной батареи типа 6СТ-60

Таблица 25

Технические данные автомобильных и тракторных аккумуляторных батарей

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, кКл (А·ч), при режиме разряда	
		20-часовом	10-часовом
3СТ-65	6	234 (65)	216 (60)
3СТ-80		288 (80)	252 (70)
3СТ-95		342 (95)	302 (84)
3ТСТ-150		540 (150)	486 (135)
3СТ-215		775 (215)	703 (195)
6СТ-45	12	162 (45)	152 (42)
6ТСТ-50		180 (50)	162 (45)
6СТ-55		195 (55)	180 (50)
6СТ-60		216 (60)	194 (54)
6СТ-75		270 (75)	244 (68)
6ТСТ-82		295 (82)	270 (75)
6СТ-90		324 (90)	2[illegible]2 (81)
6СТ-105		378 (105)	342 (95)
6СТМ-128		462 (128)	360 (100)
6ТСТ-132		475 (132)	432 (120)
6ТСТ-182		655 (182)	594 (165)
6СТ-190		685 (190)	612 (170)

Примечание. Аккумуляторные батареи должны отвечать требованиям ГОСТ 959.0—79, ГОСТ 959.23—79, ГОСТ 959.4—79, ГОСТ 959.8—79, ГОСТ 959.10—79, ГОСТ 959.13—79, ГОСТ 959.15—79, ТУ 16.529.342—75, ТУ 16.529.711—72, ТУ 16.529.951—78, ТУ 16.729.118—78.

б) с одинарными сепараторами, но с добавкой в активную массу электродов синтетического волокна — 24 мес (при наработке не более 75 тыс. км или 3000 мото-часов);

в) с двойными сепараторами — 24 мес (при наработке не более 75 тыс. км или 3000 мото-часов);

г) типа 6 СТ-190—18 мес (при наработке не более 60 тыс.км или 2500 мото-часов);

д) типа 6СТМ-128 МС, 6СТМК-128 по ТУ16.529.342—69— 24 мес, а типа 6СТМК-128МСУ2 по ТУ 16.529.711—72 — 27 мес.

Минимальная долговечность батарей при малоинтенсивной эксплуатации (при наработке не более 2000 км в год) независимо от вида сепараторов составляет не менее трех лет.

Долговечность тракторной аккумуляторной батареи условно принята не менее 1500 мото-часов на протяжении не более двух лет эксплуатации трактора при соблюдении правил ухода.

Принцип действия свинцового кислотного аккумулятора при заряде и разряде. Согласно теории двойной сульфатации Гладстона и Трайба (1882 г) и теории электролитической диссоциации (распад молекул на ионы под действием воды), при заряде и разряде в свинцовом аккумуляторе протекают следующие электрохимические процессы.

Пластины нового свинцового аккумулятора состоят из губчатого свинца (Pb), а электролит — из воды (H_2O) и серной кислоты (H_2SO_4).

Под действием воды молекулы серной кислоты распадаются на положительные ионы водорода ($2H^+$) и отрицательные ионы кислотного остатка (SO_4^{--}). При этом раствор остается нейтральным, так как количество зарядов положительных ионов водорода равно количеству зарядов отрицательных ионов кислотного остатка: два иона водорода одной молекулы обладают двумя положительными зарядами, а ион кислотного остатка той же молекулы — двумя отрицательными зарядами.

Если этот электролит залить в свинцовый аккумулятор, то в нем в процессе пропитки пластин начнется химическая реакция соединения ионов кислотного остатка с губчатым свинцом, в результате которой активная масса пластин начнет превращаться в сульфат свинца и часть электролита вокруг пластин — в воду. Таким образом, после пропитки пластин электролитом, т. е. перед зарядом, активное вещество положительной и отрицательной пластин представляет собой сульфат свинца ($PbSO_4$), а электролит состоит из свободных ионов водорода ($2H^+$), кислотного остатка (SO_4^{--}) и серной кислоты. Около пластин находится вода (H_2O).

Для заряда аккумулятора соединим положительный полюс аккумулятора с положительным полюсом ЗУ и соответственно отрицательный полюс аккумулятора с отрицательным полюсом ЗУ.

При работе зарядного устройства начнется непрерывное перемещение электронов от положительного полюса ЗУ к отрицательному. Это приводит к избытку электронов на отрицательном полюсе источника и к недостатку электронов на положительном. Вследствие недостатка электронов на положительном полюсе ЗУ к нему устремляются электроны положительных пластин аккумулятора. Перемещаясь к полюсу

ЗУ, эти электроны оттесняют электроны проводника ЗУ к отрицательному полюсу и дальше к отрицательным пластинам аккумулятора, где соединяясь с двухзарядным положительным ионом свинца (Pb^{++}), находящимся в электролите вблизи отрицательных пластин, образуют атом свинца. Атом свинца отлагается на отрицательной пластине. Этот процесс заряда аккумулятора продолжается до полного превращения сульфата свинца отрицательных пластин в металлический свинец.

На положительных же пластинах вследствие создавшегося недостатка отрицательно заряженных электронов происходит окисление сульфата свинца до двуокиси свинца, сопровождающееся образованием положительного заряда.

В процессе заряда к отрицательным пластинам аккумулятора переместится такое количество электронов, на которое уменьшится количество электронов на положительных пластинах. На отрицательных пластинах активная масса, состоящая из сульфата свинца, превратится в губчатый свинец (Pb^{++}), а ионы высвободившегося кислотного остатка (SO_4^{--}), вступив в реакцию с ионами водорода, содержащимися в электролите, образуют серную кислоту. На положительных пластинах аккумулятора активная масса превратится в двуокись свинца (PbO_2), а вытесненные из сульфата свинца ионы кислотного остатка (SO_4^{--}) и водорода ($4H^+$) образуют серную кислоту.

Образование серной кислоты у пластин обеих полярностей вместо воды, окружавшей их до этого, приводит к повышению плотности электролита в аккумуляторе. Плотность электролита в конце заряда даже превышает первоначальную плотность электролита в начале заряда, т. е. до заливки его в аккумулятор (табл. 26). Следовательно, повышение плотности электролита до значения, превышающего плотность при первой заливке, является одним из основных признаков окончания заряда.

Таким образом, при заряде аккумулятора происходит следующая реакция:

До заряда				После заряда		
$PbSO_4$ +	$PbSO_4$ +	$2H_2O$	→	PbO_2 +	Pb +	$2H_2SO_4$
на положительной пластине	на отрицательной пластине	в электролите		на положительной пластине	на отрицательной пластине	в электролите

Исходными веществами в аккумуляторе перед разрядом являются двуокись свинца (на положительных пластинах) и губчатый свинец (на отрицательных пластинах), а электролит состоит из водного раствора серной кислоты. При разряде атомы губчатого свинца отрицательных пластин, взаимо-

Таблица 26.

Рекомендуемая плотность электролита для климатических районов страны

Климатический район	Время года	Плотность электролита, г/см³, приведенная к 15 °С	
		заливаемого	в конце первого заряда
С резко континентальным климатом и температурой зимой ниже —40 °С	Зима	1,29	1,31
	Лето	1,25	1,27
Северный с температурой зимой до —40 °С	Круглый год	1,27	1,29
Центральный с температурой зимой до —30 °С		1,25	1,27
Южный		1,23	1,25
Тропики		1,21	1,23

Примечание. Допустимое отклонение плотности электролита от указанных значений не должно превышать ±0,01 г/см³.

действуя с серной кислотой, ионизируются и в виде двухзарядных положительных ионов свинца (Pb^{++}) перемещаются в электролит. На поверхности отрицательной пластины от каждого ионизированного атома остается по два электрона. Эти электроны из отрицательных пластин начинают перемещаться в проводник, которым соединены пластины, оттесняя электроны проводника к положительным пластинам. В то же время положительные ионы свинца, находящиеся на них, притягивают к себе свободные электроны проводника. Вследствие этого свободные электроны проводника перемещаются в направлении от клеммы отрицательной пластины в положительную пластину. При этом сколько электронов переместится из отрицательной пластины в проводник, столько же переместится из проводника в положительную пластину. Такое перемещение электронов принято называть прохождением электрического тока по проводнику.

При разряде каждый атом губчатого свинца отрицательных пластин отдает два электрона, а четырехзарядный положительный ион положительных пластин присоединяет их к себе, образуя двухзарядный положительный ион свинца (Pb^{++}), который затем, соединяясь с двухзарядным ионом кислотного остатка (SO_4^{--}), образует молекулу сульфата свинца ($PbSO_4$), оседающую в виде кристалликов на положительных пластинах. Вместо серной кислоты электролита при этом около пластин образуется вода.

Эти процессы, происходящие на положительном электроде (пластинах), при разряде аккумулятора можно выразить уравнением

$$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{--} + 2\ e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O.$$

Как только электроны уходят с отрицательных пластин, двухзарядный положительный ион свинца соединяется с двухзарядным отрицательным ионом кислотного остатка, образуя молекулу сульфата свинца. Плохо растворимый сульфат свинца отлагается на отрицательных пластинах.

Процессы, происходящие на отрицательном электроде (пластинах), при разряде аккумулятора можно выразить уравнением

$$Pb^{++} + SO_4^{--} - 2\ e^- \rightarrow PbSO_4.$$

Таким образом, после разряда аккумулятора, вследствие происшедших в нем химических преобразований веществ, последние приняли первоначальное свое состояние, в котором они были до заряда, т.е. активная масса пластин обеих полярностей (всех пластин) превратилась в сульфат свинца, а электролит около пластин — в воду. В дальнейшем, если повторить заряд аккумулятора, в нем произойдет тот же цикл электрохимических преобразований активных веществ, который описан выше в процессе заряда. Аналогично описанному цикл преобразований при разряде повторится, если после вторичного заряда аккумулятор поставить на разряд. Вследствие этой особенности аккумулятор называют химическим источником многоразового действия.

Электролит и его приготовление. В качестве электролита для автомобильных и тракторных аккумуляторных батарей применяют раствор серной кислоты (аккумуляторной) (ГОСТ 667—73) в дистиллированной воде (ГОСТ 6709—72). При отсутствии стандартной допускается применение нестандартой дистиллированной воды и в крайнем случае дождевой, снеговой, собранной не с железных крыш и не содержавшейся в железных сосудах.

Для различных климатических и температурных условий, в которых батарее предстоит находиться в эксплуатации, применяется электролит различной плотности (табл. 26).

Для приготовления электролита применяется чистая кислотостойкая пластмассовая, керамическая, эбонитовая, свинцовая, фаянсовая посуда, в которую сначала заливается вода, а затем постепенно кислота при непрерывном перемешивании кислотостойкой палочкой. Обратный порядок заливки не допускается.

Ориентировочное количество электролита, необходимое для заливки аккумуляторных батарей, приведено в табл. 27.

Таблица 27

Ориентировочное количество электролита, необходимое для заливки автомобильных и тракторных аккумуляторных батарей

Тип	Количество электролита для одной батареи, л	Тип	Количество электролита для одной батареи, л	Тип	Количество электролита для одной батареи, л
3СТ-65	2,2	6ТСТ-50	3,5	6СТ-105	7
3СТ-80	2,8	6СТ-55	3,8	6СТМ-128	8
3СТ-95	3,3	6СТ-60	3,8	6СТМК-128	8
3ТСТ-150	4,8	6СТ-75	5	6ТСТ-132	8
3СТ-215	7	6ТСТ-82	5,4	6ТСТ-182	11,5
6СТ-45	3	6СТ-90	6	6СТ-190	12

Чтобы получить электролит нужной плотности, рекомендуется пользоваться табл.28.

Таблица 28

Количество серной кислоты плотностью 1,83 г/см³ и дистиллированной воды, необходимые для приготовления 1 л электролита при температуре 15 °С

Плотность электролита, г/см³	Количество серной кислоты плотностью 1,83 г/см³, л (кг)	Количество дистиллированной воды, л	Плотность электролита, г/см³	Количество серной кислоты плотностью 1,83 г/см³, л (кг)	Количество дистиллированной воды, л
1,21	0,204 (0,374)	0,836	1,27	0,268 (0,49)	0,78
1,22	0,215 (0,397)	0,826	1,28	0,28 (0,512)	0,768
1,23	0,227 (0,416)	0,814	1,29	0,291 (0,527)	0,758
1,24	0,237 (0,432)	0,808	1,3	0,302 (0,542)	0,748
1,25	0,248 (0,452)	0,798	1,31	0,313 (0,572)	0,738
1,255	0,253 (0,462)	0,793	1,34	0,347 (0,639)	0,704

Определим количество воды и кислоты плотностью 1,83 г/см³ для приготовления электролита для 6 батарей 3СТ-215, работающих в центральном районе.

Принимаем плотность заливаемого электролита 1,250 г/см³ (табл. 26). Для 6 батарей потребуется электролита 7·6 = =42 л (табл.27). Для приготовления 42 л электролита необходимо 0,798×42 =33,5 л воды и 0,248 · 42 =10,5 л кислоты (табл. 28). В приготовленную посуду нальем 33,5 л дистиллированной воды, а затем постепенно 10,5 л кислоты. С помощью термометра и ареометра определим соответственно температуру и плотность полученного раствора. Если фактическая температура раствора больше или меньше 15 °С, нужно в показания ареометра внести температурную поправку, г/см³,

$$t_{п} = t_{п.б} S_1 / S_2,$$

где $t_{п.б}$ — температурная поправка, ближайшая к температуре электролита в момент измерения, приведенная в табл. 29 (рис. 21). S_1 — разность между температурой электролита при измерении и 15° С, принятыми как исходные для температурных поправок; S_2 — разность между температурой, ближайшей к температуре электролита во время измерений (табл. 29), и 15°С, принятыми как исходные для температурных поправок.

Плотность электролита в основном зависит от концентрации раствора серной кислоты: чем больше концентрация раствора, тем больше плотность электролита. Однако она также зависит и от температуры раствора: чем выше температура, тем ниже плотность и наоборот. Установлено, что при повышении температуры электролита на 1° С его плотность уменьшается на 0,0007 г/см³, а при понижении на 1°С плотность увеличивается на 0,0007 г/см³. Исходной для типов аккумуляторов, указанных в табл. 25, принята температура 15 °С, при которой температурная поправка равна нулю.

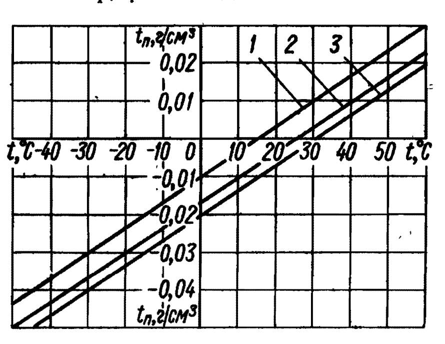


Рис. 21. Графики зависимости температурных поправок $t_п$ от температуры электролита t для приведения плотности последнего:
1 — к 15 °С; 2 — к 25 °С; 3 — к 30 °С

Таблица 29

Температурная поправка к показанию ареометра

Температура электролита при замере, °С	Поправка*, г/см³, для приведения к температуре раствора			Температура электролита при замере, °С	Поправка*, г/см³, для приведения к температуре раствора		
	15 °С	25 °С**	30 °С***		15 °С	25 °С**	30 °С***
+60	+0,031	+0,024	+0,021	—15	—0,021	—0,028	—0,031
+45	+0,021	+0,014	+0,01	—25	—0,028	—0,035	—0,038
+30	+0,01	+0,004	0	—30	—0,031	—0,039	—0,042
+25	+0,007	0	—0,004	—45	—0,04	—0,049	—0,052
+15	0	—0,007	—0,01	—50	—0,046	—0,053	—0,055
0	—0,01	—0,017	—0,021				

* Знак «+» или «—» при поправке означает прибавить или вычесть поправку от показания ареометра.

** Для некоторых типов аккумуляторов в соответствии с заводской инструкцией.

*** Для электролитов, применяемых в аккумуляторных батареях электрокар.

Приведем пример применения температурной поправки.

Для заливки батареи приготовлен электролит плотностью 1,26 г/см³ и температурой 27 °C. Требуется установить, соответствует ли приготовленный электролит условиям, в которых предстоит работать аккумулятору. Если аккумулятор предназначен для работы в холодных районах с температурой —30...—15 °C, то электролит (нормативный) должен иметь плотность при заливке 1,27 г/см³ (см. табл. 26).

Для установления соответствия приготовленного электролита нормативному нужно применить температурную поправку, т. е. по табл. 29 нужно узнать значение температурной поправки для температуры 27 °C. Ближайшая соседняя поправка для температуры 30 °C равна +0,01. Тогда, пользуясь формулой, определим поправку для 27 °C

$$t_п = \frac{+0{,}01 \cdot 12}{15} = +0{,}008.$$

Знак «+» при температурной поправке означает, что поправку нужно прибавить к показанию ареометра в момент измерения плотности приготовленного электролита. Поэтому к 1,26 прибавляем 0,008 и получаем ответ, что если бы приготовленный электролит в момент измерения плотности имел температуру 15 °C, то его плотность составила бы 1,268 г/см³. Эту же плотность электролит приобрел бы, если остудить его от 27 до 15 °C. Из приведенного примера видно, что плотность приготовленного электролита на 0,002 г/см³ меньше нормативной и на 0,001 г/см³ выше допустимого отклонения, что не соответствует требованиям, предъявляемым к электролиту, предназначенному для заливки в формируемые аккумуляторы. Следовательно, в электролит необходимо долить небольшое количество кислоты, тщательно размешать и повторить измерение плотности с применением температурной поправки с таким расчетом, чтобы довести приведенную плотность приготовленного электролита до (1,27 ± 0,001) г/см³.

Приготовленный электролит с требуемой плотностью, если его температура не превышает допустимого предела, можно заливать в аккумуляторы для пропитки их электродов.

После отформировки и сдачи батареи в эксплуатацию необходимо контролировать плотность и уровень электролита над пластинами. Уровень электролита следует поддерживать доливкой дистиллированной воды, поэтому со временем нормативная плотность электролита может нарушиться.

Плотность электролита в находящемся в эксплуатации аккумуляторе, кроме того, зависит от степени его разряженности: чем больше разряженность аккумулятора, тем меньше плотность электролита. В соответствии с этим, если плотность

электролита в аккумуляторе не нарушена, то в любой момент можно определить степень разряженности аккумулятора; для чего достаточно измерить плотность с учетом температурной поправки в данный момент и сравнить ее с плотностью, зафиксированной в журнале (приложение 1), после полного заряда.

Определим степень разряженности аккумулятора по плотности электролита. Измерим плотность и температуру электролита с учетом температурной поправки для приведения плотности к 15° С. Пусть приведенная плотность составила 1,25 г/см³, а аккумулятор залит при первой заливке электролитом плотностью 1,27 г/см³. Плотность электролита в конце первого заряда составила 1,29 г/см³ (см. табл. 26). Затем, пользуясь табл. 30, узнаем, что аккумулятор разряжен на 25 % (2-я строка).

Таблица 30

Плотность электролита, г/см³, при различной степени разряженности аккумулятора

Строка	Плотность электролита после первого заряда	Плотность электролита при степени разряженности аккумулятора, %	
		25	50
1-я	1,31	1,27	1,23
2-я	1,29	1,25	1,21
3-я	1,27	1,23	1,19
4-я	1,25	1,21	1,17
5-я	1,23	1,19	1,15

Примечание. Плотность электролита в автомобильной аккумуляторной батарее заводской готовности 1,27 г/см³.

Для определения степени разряженности аккумулятора в любой момент принимается нормативная плотность электролита не 1,27 г/см³, какую он имел при первой заливке, а 1,29 г/см³, т. е. плотность, приобретенную после полного первого заряда.

Если же фактическая приведенная к 15° С плотность будет, например, равна не 1,25, которая соответствует нормативной 1,29 при разряженности на 25 %, а 1,23 г/см³ (такого значения плотности во 2-й строке табл. 30 нет), то, пользуясь данными табл. 30, методом интерполяции определяем степень разряженности для любого значения плотности.

Если при расчете принять за исходную плотность 1,25 г/см³ (табл. 30), соответствующую 25 %-ной разряженности аккумулятора, то разряженность при плотности 1,23 г/см³ составит

$$\frac{25 \cdot (1{,}29 - 1{,}23)}{1{,}29 - 1{,}25} = 37{,}5\,\%.$$

Если за исходную принять плотность 1,21 г/ см³, т. е. при 50 %-ной разряженности аккумулятора, то и в этом случае разряженность при плотности электролита 1,23 г/см³ составит

$$\frac{50 \cdot (1{,}29 - 1{,}23)}{1{,}29 - 1{,}21} = 37{,}5\,\%.$$

Следовательно, не имеет значения, какую из 2-й строки табл. 30 близкую к фактической приведенной к 15° С плотность принять за исходную при определении степени разряженности аккумулятора (при любой промежуточной плотности).

Таким образом приближенно определяем степень разряженности аккумуляторной батареи, не снимая ее с автомашины. Это дает возможность узнать, в каком состоянии находится в данный момент аккумулятор и как следует с ним поступить: оставить на машине или сдать на аккумуляторную станцию на профилактику и заряд.

Точное значение плотности в полностью заряженном снятом с автомашины аккумуляторе определяют в такой последовательности:

1) измеряют после полного заряда плотность и температуру электролита;

2) определяют плотность с учетом температурной поправки;

3) сравнивают полученную приведенную к 15° С плотность электролита с нормативной плотностью электролита, которая была зафиксирована в журнале в конце первого заряда данной батареи;

4) добавляют необходимое количество кислоты, если плотность оказалась ниже нормативной, или дистиллированной воды, если плотность выше нормативной, т. е. уравнивают плотность электролита. Для уравнивания плотности электролита, т. е. доведения ее до плотности, равной плотности в конце первого заряда (см. табл.26), которая зафиксирована в журнале (приложение 1), следует измерить фактическую плотность и температуру, чтобы определить плотность, приведенную к 15° С. Затем сравниваем приведенную плотность с нормативной. Если приведенная плотность окажется ниже нормативной, то доливают кислоту или электролит повышенной плотности, если же выше — доливают дистиллированную воду. Для того чтобы при этом не превысить уровень, из аккумулятора необходимо предварительно отлить часть электролита.

Уравнивание можно производить только в полностью заряженном аккумуляторе, когда электролит имеет плотность, не искаженную недозаряженностью последнего, и когда еще продолжается кипение, которое содействует быстрому перемешиванию. В противном случае после доливки необходимо продолжить заряд в течение 30 мин для достижения лучшего перемешивания и затем через 30 мин измерить плотность и температуру, чтобы снова определить плотность, приведенную к 15° С.

Доливка, сделанная непосредственно перед измерением плотности, может исказить истинное ее значение. Перед из-

мерением, если оно выполняется не сразу после окончания заряда аккумулятора, от батареи следует запустить двигатель автомашины или ЗУ. Доливка плотности электролита до нормы не может удасться за один прием, тогда ее следует повторить. Промежутки между приемами доводки должны быть не менее 30—40 мин. После полного заряда и доведения уровня и плотности электролита до нормы батарея может быть снова сдана в эксплуатацию. Если же плотность доведена до нормы, но уровень в процессе доводки нарушился, то его восстанавливают, доливая электролит плотностью, приведенной к 15° С в конце первого заряда (табл. 26), или отливая его из аккумулятора.

В практике встречаются случаи, когда в районах с суровыми климатическими условиями требуется срочно ввести в действие новую сухозаряженную батарею и установить ее на машину без проверки плотности электролита после 1-часовой или 20-минутной пропитки.

Для остывания до температуры 30—25° С приготовленного из серной кислоты плотностью 1,83 г/см³ электролита требуется много времени, поэтому для сокращения времени рекомендуется приготовлять электролит в два этапа. С этой целью заведомо из серной кислоты большой плотности, пользуясь данными табл.31, приготовляют раствор плотностью 1,4 г/см³ и хранят его в отапливаемом помещении. Затем в любое время из раствора плотностью 1,4 г/см³, пользуясь данными табл. 32, приготовляют электролит плотности, необходимой для заливки данного аккумулятора.

Таблица 31

Количество серной кислоты большой плотности и дистиллированной воды, необходимые для приготовления 1 л раствора плотностью 1,4 г/см³ при температуре 15 °С

Плотность серной кислоты при 15 °С, г/см³	Количество воды, л	Количество серной кислоты, л (кг)	Плотность серной кислоты при 15 °С, г/см³	Количество воды, л	Количество серной кислоты, л (кг)
1,84	0,662	0,401 (0,738)	1,68	0,56	0,561 (0,94)
1,83	0,64	0,416 (0,76)	1,67	0,458	0,565 (0,942)
1,82	0,62	0,429 (0,78)	1,66	0,445	0,575 (0,955)
1,81	0,604	0,44 (0,796)	1,65	0,438	0,584 (0,962)
1,8	0,59	0,45 (0,81)	1,64	0,425	0,595 (0,975)

Кислотный электролит малой плотности может замерзать даже при незначительном морозе, а с повышением плотности его морозостойкость повышается (табл.33).

Таблица 32

Количество раствора серной кислоты плотностью 1,4 г/см³ при 15° С и дистиллированной воды, необходимые для получения 1 л электролита

Плотность электролита при 15 °С, г/см³	Количество воды, л	Количество водного раствора серной кислоты плотностью 1,4 г/см³ при 15 °С, л (кг)	Плотность электролита при 15 °С, г/см³	Количество воды, л	Количество водного раствора серной кислоты плотностью 1,4 г/см³ при 15 °С, л (кг)
1,1	0,785	0,225 (0,315)	1,27	0,364	0,647 (0,906)
1,11	0,761	0,249 (0,349)	1,28	0,339	0,672 (0,941)
1,12	0,739	0,272 (0,381)	1,29	0,313	0,698 (0,977)
1,2	0,546	0,467 (0,654)	1,3	0,284	0,726 (1,016)
1,23	0,470	0,543 (0,76)	1,31	0,256	0,753 (1,054)
1,24	0,445	0,568 (0,795)	1,32	0,227	0,781 (1,093)
1,25	0,418	0,596 (0,832)	1,33	0,199	0,808 (1,131)
1,26	0,392	0,62 (0,868)	1,34	0,171	0,835 (1,169)

Примечание. Окончательное приготовление электролита из раствора плотностью 1,4 г/см³ можно производить непосредственно перед заливкой.

Таблица 33

Температура замерзания электролита различной плотности

Температура замерзания, ° С	Плотность электролита, приведенная к 15 °С, г/см³
—3	1,05
—5	1,075
—7	1,1
—10	1,125
—14	1,15
—19	1,175
—25	1,2
—37	1,225
—50	1,25
—59	1,275
—63	1,3
—66	1,31

Заливка и пропитка электролитом аккумуляторов заводской готовности. Электролит, приготовленный согласно требованиям, можно заливать в аккумуляторы при условии, если его температура не выше 25 ° С в холодной и умеренной климатической зонах и не выше 30 °С в жаркой и влажной зонах. Не рекомендуется заливать аккумуляторы электролитом температурой ниже 15 °С.

Заливку аккумуляторов рекомендуется производить следующим образом.

1. Если вентиляционные отверстия расположены в пробках, то их необходимо вывернуть и снять с них герметизирующую пленку или срезать выступ.

2. Если пробки без герметизирующей пленки или выступа, следует выбросить расположенные под ними герметизирующие диски.

Заливку необходимо производить небольшой струей до тех пор, пока зеркало электролита не коснется нижнего конца тубуса горловины или на 10—15 мм выше предохранительного щитка. Уровень электролита над предохранительным щитком можно измерить стеклянной трубочкой.

3. Если в крышке батареи имеются вентиляционные штуцера для автоматической регулировки уровня электролита, необходимо освободить отверстия в штуцерах от герметизирующих деталей (стержни, колпачки и др.). Последние следует выбросить. Затем надо отвернуть пробки и надеть их на штуцера. Заливку следует производить небольшой струей до верхнего среза заливочной горловины.

После заливки пробки со штуцеров надо снять, и уровень автоматически снизится до нормы. Необходимое количество электролита для заливки батарей указано в табл. 27. Как правило, не ранее чем через 20 мин и не позже чем через 2 ч после заливки нужно измерить плотность электролита. Если плотность электролита в аккумуляторе ниже плотности заливавшегося более чем на 0,03 г/см³, такую батарею перед установкой на автомашину следует зарядить.

В необходимых случаях, как исключение, при вводе в эксплуатацию батарей, хранящихся в сухом состоянии при отрицательных температурах до —30 °С (для батарей 6СТ-190 — до —40 °С), допускается заливка электролита с температурой 40±2 °С и приведенной плотностью 1,27 г/см³, приготовленного в два этапа. При этом через 1 ч после пропитки, если батарея хранилась не более одного года, ее можно без зарядки устанавливать на автомашину. Если же она хранилась более одного года, нужно измерить плотность и температуру электролита, привести к 15 °С и сравнить ее с приведенной плотностью заливавшегося электролита. При понижении плотности не более чем на 0,03 г/см³ батарея может быть введена в эксплуатацию. В противном случае ее нужно поставить на заряд.

Если батарея хранилась не более одного года и процесс подготовки ее к вводу происходил при температуре не ниже 15 °С, допускается после заливки установка ее на автомашину без проверки плотности после 20-минутной пропитки. В противном случае и такую батарею нужно поставить на заряд.

Если батареи соответствовали требованиям и были установлены на автомашину без заряда, то после возвращения их с линии рекомендуется полностью зарядить и откорректировать плотность электролита.

Заряд аккумуляторных батарей заводской готовности при вводе в действие. Для заряда батарею, залитую электролитом и выдержанную требуемое для пропитки время, необходимо подключить к зарядному устройству, для чего положительный полюс батареи соединить с положительным полюсом ЗУ, а отрицательный — с отрицательным. Начать заряд можно только в том случае, если температура электролита в аккумуляторах не выше 30 °С в холодной и не выше 35 °С в жаркой и

теплой влажной зонах, в противном случае ему надо дать остыть.

Процесс заряда протекает следующим образом: через подключенную к ЗУ батарею пропускается зарядный ток (табл. 34). Значение зарядного тока устанавливается плавным поворотом ручки трансформатора ЗУ по часовой стрелке.

Таблица 34

Номинальный зарядный ток для автомобильных и тракторных аккумуляторных батарей

Тип	Зарядный ток, А	Тип	Зарядный ток, А	Тип	Зарядный ток, А
3СТ-65	6,5	6ТСТ-50	5	6СТ-105	10,5
3СТ-80	8	6СТ-55	5,5	6СТМ-128	10
3СТ-95	9,5	6СТ-60	6	6СТМК-128	10
3ТСТ-150	15	6СТ-75	7,5	6ТСТ-132	13
3СТ-215	21,5	6ТСТ-82	8	6ТСТ-182	18
6СТ-45	4,5	6СТ-90	9	6СТ-190	19

Заряд ведут до тех пор, пока наступит обильное газовыделение (кипение) во всех аккумуляторах, а напряжение и плотность электролита будут постоянными в течение 2 ч подряд. Это является признаком окончания заряда. Затем следует произвести уравнение плотности электролита в секциях и продолжить заряд еще 30 мин для лучшего перемешивания. Зарядный режим необходимо строго контролировать, так как перезаряд или недозаряд сокращает долговечность батареи.

Во время заряда надо периодически проверять температуру электролита, чтобы не допустить ее поднятия выше +45 °С в холодных и умеренных климатических зонах и выше 50 °С в жарких и теплых влажных. Если температура поднимется выше указанных значений, то необходимо уменьшить зарядный ток наполовину или прервать заряд на время для охлаждения электролита до 30—35 °С. Напряжение каждого из аккумуляторов измеряют вольтметром со шкалой 3 В и ценой деления 0,02 В, а напряжение со скрытыми перемычками батареи — со шкалой 30 В и ценой деления 0,2 В. Класс точности вольтметров 1.

Продолжительность первого заряда, если батарея хранилась не более одного года, может длиться от 5 до 8 ч, при более длительном хранении может достигать 25 ч.

Заряд батарей для испытаний на первом цикле. Для испытаний на первом цикле по ГОСТ 959—51 заряд подготавливаемых батарей должен производиться в течение 5 ч независимо от того, достигнуты или нет за это время постоянство напряжения и требуемая плотность электролита в аккуму-

ляторах. В связи с этим корректировка плотности электролита в конце 5-часового заряда в этих батареях не производится.

Испытание батарей для определения их технического состояния. Для определения технического состояния батареи проводятся испытания. В этом случае батарею нужно снять с автомашины и поставить на заряд. После полного заряда следует измерить плотность и температуру электролита и произвести уравнивание плотности электролита, если будет установлено несоответствие его плотности нормативной (в конце первого заряда).

Затем батарею следует подвергнуть тренировочному разряду током 10-часового режима до напряжения 1,7 В на наихудшем аккумуляторе (секций) батареи или при скрытых перемычках до 5,1 или 10,2 В соответственно на трех-или шестисекционной батарее. Если при этом длительность разряда окажется меньше указанной в табл. 35, то батарею следует подвергнуть тренировочным циклам заряда—разряда.

Таблица 35

Минимальная допустимая продолжительность разряда полностью заряженной исправной батареи

Плотность электролита, приведенная к 15 °С, г/см³	Продолжительность разряда 10-часовым режимом, не менее, ч
1,29	7,5
1,27	6,5
1,25	5,5

Тренировочные циклы заряда — разряда. Тренировочные циклы (один или несколько) проводятся на батареях свинцово-кислотных аккумуляторов в тех случаях, когда необходимо повысить активность электродов. Их проводят и при испытании емкости в соответствии с ГОСТ 959—51 или по соответствующим ТУ, а также при установке батареи на длительное хранение.

Тренировочный цикл состоит из полного заряда батарей, но без корректировки плотности электролита в конце заряда и тренировочного разряда при температуре электролита 25±5°С током 10-часового режима, величина которого указана в табл. 36. Во время разряда надо следить, чтобы значение тока было постоянным. Разряд проводят до предельного напряжения, указанного в примечании к табл. 36. Ниже предельного напряжения разряжать свинцово-кислотные аккумуляторы недопустимо. Протекание процесса разряда надо контролировать по напряжению на элементах батареи и температуре электролита. Первое измерение проводят в самом начале разряда, второе — через 4 ч (измеряют напряжение батареи и температуру в среднем аккумуляторе батареи.)

Когда напряжение аккумуляторов снизится до 1,85 В, измерение напряжения надо проводить через 15 мин, а если напряжение станет меньше 1,85 В, то необходимо уменьшить

Таблица 35

Разрядный ток для автомобильных и тракторных аккумуляторных батарей

Тип	Разрядный ток, А		Тип	Разрядный ток, А	
	20-часовой режим	10-часовой режим		20-часовой режим	10-часовой режим
3СТ-65	3,25	6	6СТ-75	3,75	6,8
3СТ-80	4	7	6ТСТ-82	4,1	7,5
3СТ-95	4,75	8,4	6СТ-90	4,5	8,1
3ТСТ-150	7,5	13,5	6СТ-105	5,25	9,5
3СТ-215	10,75	19,5	6СТМ-128	6,4	10
6СТ-45	2,25	4,2	6СТМК-128	6,4	10
6ТСТ-50	2,5	4,5	6ТСТ-132	6,6	12
6СТ-55	2,75	5	6ТСТ-182	9,1	16,5
6СТ-60	3	5,4	6СТ-190	9,5	17

Примечание. Разряд батарей при 10- и 20-часовом режимах ведется до конечного напряжения на выводах: у батарей напряжением 6 В — до 5,1 и 5,25 В, батарей 12 В — до 10,2 и 10,5 В. На выводах аккумуляторов разряд ведется соответственно до 1,7 и 1,75 В на первом разрядившемся аккумуляторе батареи.

эти интервалы. Затем следует следить непрерывно, чтобы уловить момент окончания разряда и своевременно отключить батарею от разрядного устройства. Отключение следует производить по снижению напряжения на наихудшем аккумуляторе батареи до указанного выше предела, а батареи со скрытыми перемычками — по предельному напряжению на выводах батарей. На этом кончается один тренировочный цикл. При необходимости его повторяют в той же последовательности.

Хранение аккумуляторных батарей. Не залитые электролитом аккумуляторные батареи заводской готовности рекомендуется хранить в неотапливаемых помещениях при температуре до —30 °С, а батареи 6СТ-190—до —40 °С. Хранение при более низкой температуре не рекомендуется во избежание трещин мастики. Батареи следует хранить в помещении с постоянной температурой и оберегать от прямого попадания на них солнечных лучей. Укладывать их рекомендуется в один ряд выводами вверх. Пробки должны быть плотно ввинчены. Герметизирующие детали (уплотнительные диски, пленка и стержни) не должны быть удалены.

Максимальный срок хранения не должен превышать трех лет, а батарей 6СТ-190 — пять лет. По окончании хранения необходимо удалить трещины в мастике путем оплавления этих мест слабым пламенем газовой горелки или разогретым металлическим прутком. Заряд батарей в сухом состоянии гарантируется в течение одного года с момента изготовления.

Батареи, залитые электролитом, хранят в заряженном состоянии в помещении при температуре не выше 0°С и не

ниже — 30°С. В таких условиях замедляются саморазряд и коррозия аккумуляторных пластин. Батареи устанавливают в один ряд выводами вверх.

Максимальный допустимый срок хранения не более 1,5 лет, если батареи хранятся при температуре не выше 0° С, и не более 9 мес, если хранятся при комнатной температуре.

Батареи, приведенные в действие, но не побывавшие в работе, в также побывавшие в работе непродолжительное время, можно устанавливать на хранение после их заряда при доведении до нормы плотности электролита для данной климатической зоны с применением температурной поправки. Если плотность электролита в батареях 1,31 г/см³, ее необходимо снизить до 1,29 г/см³, так как при хранении батарей с электролитом высокой плотности ускоряется разрушение аккумуляторных пластин.

Резервные батареи, установленные на хранение, должны находиться в возможно полной заряженности. Если они хранятся при положительной температуре, их следует 1 раз в 1 мес подзаряжать. Если же они хранятся при температуре 0° С и ниже, можно ограничиться проверкой плотности электролита с учетом температурной поправки при 15 °С и подзаряжать при падении плотности более чем на 0,04 г/см³.

Батареи, снятые с автомашины после длительной эксплуатации, после проведения полного заряда и доводки до нормы (уравнивания) плотности электролита надо поставить на тренировочный разряд током 10-часового режима (табл. 36), чтобы удостовериться в ее исправности. Длительность разряда должна быть не менее указанной в табл. 35. Если батарея разрядится раньше времени, указанного в табл. 35, ставить на хранение ее не рекомендуется.

Если батареи разряжались больше указанного в табл.35 времени, необходимо полностью зарядить и поставить на хранение в ухоженном состоянии. При хранении таких батарей в помещении с положительной температурой, в условиях которой активнее происходит саморазряд, их 1 раз в месяц следует подзаряжать. Если же батареи хранятся при температуре 0 °С и ниже, подзаряжать их необходимо только в том случае, если плотность электролита упадет ниже 1,23 г/см³, но проверку плотности надо производить ежемесячно.

Батареи, находящиеся в сезонном бездействии (самоходные комбайны, тракторы с электрозапуском, автомобили индивидуальных владельцев и др.), заряжать следует перед запуском в работу в новом сезоне. Однако плотность электролита в таких батареях следует проверять ежемесячно. Если она упала ниже исходной, которая была при установке батареи на хранение, более чем на 0,05 г/см³, необходимо провести

промежуточный заряд. Следовательно, в любом случае при установке батареи на хранение должны быть зафиксированы плотность электролита и температура при измерении, а также истинная плотность, установленная на основании этих данных, с которыми затем должны сравниваться данные последующих ежемесячных и промежуточных измерений.

Перед транспортировкой батареи необходимо подготовить и хранить без электролита. Для этого их следует зарядить полностью и затем в течение 2 ч выдержать для удаления электролита в опрокинутом состоянии над сборником кислоты. После этого следует плотно закрыть пробки (без уплотнительных деталей) и протереть ветошью, смоченной в 10 %-ном растворе нашатырного спирта или углекислого натрия. Срок хранения в данном состоянии при температуре 0 °С и ниже 12 мес, а при комнатной температуре и выше — около 3 мес.

Летом батареи без электролита нельзя держать в бездействии более 3 мес. Для приведения такой батареи в рабочее состояние следует залить ее электролитом и провести полный заряд.

Контроль зарядного режима батарей, установленных на автомашине и тракторе. При эксплуатации на автомашине и тракторе аккумуляторные батареи разряжаются и автоматически дозаряжаются. Контроль автоматического дозаряда осуществляется регулятором напряжения и реле обратного тока. При исправном и хорошо отрегулированном регуляторе аккумуляторы ограждены от недозарядов и перезарядов, сокращающих их долговечность. Однако при этом требуются периодический контроль работы регулятора и перевод его на режим, соответствующий температурным и климатическим условиям.

Контроль работы регулятора проводится при техническом обслуживании автомашин и тракторов (ТО-2). При этом следует придерживаться рекомендаций, приведенных в табл. 37, и инструкции по эксплуатации автомашин и тракторов.

Проверка и подрегулировка регулятора должна производиться в следующих случаях:

при значительном перезаряде батареи (для регуляторов типа РР-315, РР-315Б, РР-315Д, РР-362Б, РР-385Б в положении «Лето» на тракторах);

при значительном недозаряде батареи (для тех же регуляторов, но в положении «Зима» на тракторах);

если регулируемое напряжение не соответствует указанному в инструкции по эксплуатации машины;

если регулируемое напряжение имеет значение более 15,5 В при номинальном напряжении 12 В и 31 В — при номинальном напряжении 24 В.

При регулировке необходимо применять вольтметры класса точности не ниже 1,5. При регулировке реле обратного тока

Рекомендуемые данные регуляторов напряжения

Микроклиматический район (ГОСТ 16350—80)	Средняя месячная температура в январе, °С	Время года	Напряжение электрооборудования автомобиля или трактора, В	Напряжение регулятора, В, при 20 °С и установке батареи	
				наружной	подкапотной
Холодный	От —50 до —15	Зима	6	7,3—7,7	7,1—7,5
			12	14,5—15,5	14,2—15
			24	29—31	—
		Лето	6	6,9—7,4	6,6—7,1
			12	13,8—14,8	13,2—14,2
			24	27—29	—
Умеренный	От —15 до —4	Круглый год	6	6,9—7,4	6,6—7,1
			12	13,8—14,8	13,2—14,2
			24	27—29	—
	От —15 до +4		6	6,6—7	6,5—7
			12	13,2—14	13,0—14
			24	26,0—28	—

Примечания: 1. Бесконтактные регуляторы типа РР-350, РР-350А не подлежат регулировке. При нарушении нормальной работы они подлежат замене.

2. Подрегулировка регуляторов типа РР-315, РР-315Б, РР-315Д, РР-362Б, РР-385Б должна осуществляться переключением переключателя посезонной регулировки «Зима — лето».

3. Регуляторы типа РР-315, РР-315Б и РР-315Д при положении переключателя «Лето» регулируются при подкапотной установке батарей.

4. Регуляторы напряжения регулируются при частоте вращения якоря генератора 3000 об/мин и токе нагрузки, равном половине номинального.

5. Перерегулировка регулятора напряжения необходима при отклонении от значений, указанных в таблице, больше чем ±0,5 В на автомашинах с оборудованием 12 В и больше чем ±0,3 В с оборудованием 6 В.

6. При регулировке допускается отклонение от данных, приведенных в таблице, не более чем на ±0,2 В.

7. Зимой при систематическом недозаряде батареи допускается перерегулировка регулятора напряжения на +0,5 В на автомашинах с оборудованием 12 В и на 0,3 В — с электрооборудованием 6 В.

8. При регулировке старых типов реле регуляторов следует руководствоваться данными табл. 37.

следует руководствоваться указаниями инструкции по эксплуатации автомашины и данными табл. 38.

Таблица 38

Рекомендуемые данные для реле обратного тока

Климатическая зона	Средняя месячная температура в январе, °С	Время года	Напряжение реле обратного тока, В, при 20 °С и установке батареи	
			наружной	подкапотной
Холодная	От —50 до —15	Зима	12,5—13	12,5—13
		Лето	12—12,5	12—12,5
Умеренная	От —15 до —4	Круглый год	12—12,5	12—125
Жаркая, теплая, влажная	От —15 до 6		11,8—12,2	11,8—12,2

Примечания: 1. Реле-регуляторы РР-362, РР-362А, РР-362-Б, РР-127, РР-310, РР-310Б, РР-350, РР-350А, РР-380, РР-385Б не имеют реле обратного тока. 2. Напряжение электрооборудования 12 В.

Уход за аккумуляторными батареями, которые находятся в эксплуатации и транспортируются на дальние расстояния. При правильном уходе за аккумуляторной батареей на автомобиле или тракторе необходимо не реже одного раза в две недели:

очищать батарею от пыли и грязи, выводы ее и наконечники проводов от окислов, протирать чистой ветошью, смоченной в 10 %-ном растворе нашатырного спирта, углекислого натрия или кальцинированной соды, места, облитые электролитом;

проверять крепление батареи в гнезде, плотность контактов на выводах, отсутствие натяжения проводов; очищенные наконечники проводов и выводы батареи смазать техническим вазелином;

прочищать вентиляционные отверстия в пробках или крышках;

проверять уровень электролита и доливать дистиллированной водой до нормы. Доливка электролитом воспрещается, за исключением случаев выплескивания его из батареи. Плотность доливаемого при этом электролита должна соответствовать плотности электролита в аккумуляторе. Воду зимой во избежание замерзания следует заливать непосредственно перед запуском двигателя для быстрого перемешивания ее с электролитом; проверять целостность корпуса и устранять повреждения. Для предотвращения взрыва гремучей смеси необходимо батарею разрядить и вылить электролит, затем продуть сжатым воздухом, протереть и только после этого

приступить к оплавлению мастики. Следует соблюдать условия недопущения сульфатации пластин, а при появлении ее принимать меры, аналогичные мерам борьбы с сульфатацией в батареях для электрокаров.

Не реже одного раза в квартал или при ненадежном запуске двигателя следует проверять степень разряженности батареи по плотности и температуре электролита по табл. 30.

Батарею, разряженную более чем на 25 % зимой и более чем на 50 % летом, необходимо снять с автомашины и поставить на заряд. Стартер следует запускать путем коротких нажатий на педаль. Езда с помощью стартера не допускается.

Транспортировка батарей, не залитых электролитом, может производиться любыми транспортными средствами, обеспечивающими защиту батарей от механических повреждений, атмосферных осадков, загрязнения и солнечной радиации.

При необходимости транспортировки отформированных батарей на дальнее расстояние желательно отправлять их без электролита. Процессы удаления электролита и подготовки батарей к отправке аналогичны подготовке батарей к хранению без электролита. При транспортировке аккумуляторных батарей с электролитом на большое расстояние необходимо условия упаковки и транспортировки согласовать с заказчиком (грузополучателем).

Маркировка свинцово-кислотных батарей. На перемычках батареи нанесены следующие обозначения:

товарный знак предприятия-изготовителя;

тип и исполнение батарей;

месяц и год изготовления;

соответствующий ГОСТ или ТУ.

Принятые при маркировке обозначения:

3 или 6 — количество последовательно соединенных аккумуляторов (секций) в батарее. При этом номинальное напряжение составляет соответственно 6 или 12 В (напряжение одного аккумулятора равно 2 В);

СТ — стартерная батарея;

ТСТ — стартерная для машин тяжелой службы;

65, 80 и т. п. — числа, означающие номинальную емкость батареи при 20-часовом режиме разряда, А · ч;

Э,Т,П — материал моноблока, соответственно эбонит, термопласт, пластмасса асфальтопековая;

Р,М,С — материал сепараторов, соответственно мипор, мипласт, стекловолокно;

В — синтетическое волокно (добавка в активную массу электродов).

Пример условного обозначения батареи типа 6СТ-75 в моноблоке из эбонита с сепараторами из мипласта и стекло-

Технические данные панцирных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей

Тип	5-часовой режим разряда		Ток заряда, *А*	
	Емкость C_5, кКл (А · ч)	Ток I_p, А	до начала газовыделения (максимально допустимый) $I_{з. м}$	после начала газовыделения $I_з$
3 ПАС-245	595 (165)	33	33	8
4 ПАС-245	793 (220)	44	44	11
5 ПАС-245	990 (275)	55	55	13
6 ПАС-245	1190 (330)	66	66	16
7 ПАС-245	1385 (385)	77	77	19
8 ПАС-245	1580 (440)	88	88	22
9 ПАС-245	1780 (495)	99	99	24
10 ПАС-245	1980 (550)	110	110	27
3 ПАС-310	755 (210)	42	42	10
4 ПАС-310	1010 (280)	56	56	14
5 ПАС-310	1260 (350)	70	70	17
6 ПАС-310	1510 (420)	84	84	21
7 ПАС-310	1760 (490)	98	98	24
8 ПАС-310	2015 (560)	112	112	28
9 ПАС-310	2265 (630)	126	126	31
10 ПАС-310	2520 (700)	140	140	35
3 ПАС-350	865 (240)	48	48	12
4 ПАС-350	1150 (320)	64	64	16
5 ПАС-350	1440 (400)	80	80	20
6 ПАС-350	1725 (480)	96	96	24
7 ПАС-350	2015 (560)	112	112	28
8 ПАС-350	2300 (640)	128	128	32
9 ПАС-350	2590 (720)	144	144	36
10 ПАС-350	2880 (800)	160	160	40
3 ПАС-420	1025 (285)	57	57	14
4 ПАС-420	1370 (380)	76	76	19
5 ПАС-420	1710 (475)	95	95	23
6 ПАС-420	2025 (570)	114	114	28
7 ПАС-420	2390 (665)	133	133	33
8 ПАС-420	2730 (760)	152	152	38
9 ПАС-420	3185 (855)	171	171	42
10 ПАС-420	3420 (950)	190	190	47
3 ПАС-440	1080 (300)	60	60	15
4 ПАС-440	1440 (400)	80	80	20
5 ПАС-440	1800 (500)	100	100	25
6 ПАС-440	2160 (600)	120	120	30
7 ПАС-440	2520 (700)	140	140	35
8 ПАС-440	2880 (800)	160	160	40
9 ПАС-440	3240 (900)	180	180	45
10 ПАС-440	3600 (1000)	200	200	50

Примечание. $I_p = 0{,}2C_5$; $I_{з.м} = 0{,}2C_5$; $I_з = 0{,}05C_5$.

волокна: 6СТ-75ЭМС (по ГОСТ 959. 13—79); то же, но с сепараторами из мипласта и с добавкой в активную массу электродов синтетического волокна: 6СТ-75ЭМ-В.

2. ПАНЦИРНЫЕ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОКАРОВ

Назначение, конструкция, техническая характеристика и долговечность батарей. Панцирные аккумуляторные батареи (табл. 39) предназначены для питания током электродвигателей электрокаров (табл.40).

Таблица 40

Технические характеристики электрокаров и панцирных батарей к ним

Электрокар	Аккумуляторная батарея					
	Количество аккумуляторов и тип	Напряжение, В	Емкость кКл (А·ч)	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	
					без электролита	с электролитом
016; 018; 026	20×3 ПАС-245	40	595 (165)	708×632×412	282	350
006; 007	40×3 ПАС-245	80	595 (165)	932×708×414	510	640
676; 677	40×3 ПАС-310	80	755 (210)	876×770×472	645	765
676-7	40×3 ПАС-310	80	755 (210)	836×700×450	618	750
011; 301	2×20×4 ПАС-310	2×40	1010 (280)	978×950×472	816	980
701; 702	40×4 ПАС-310	80	1010 (280)	980×846×472	830	990
511	2×40×4 ПАС-310	2×40	1010 (280)	988×852×472	824	985
705-1	2×40×4 ПАС-310	2×40	1010 (280)	1014×694×465	780	855
738	40×5 ПАС-310	80	3060 (850)	1056×1046×472	990	1190
416; 426	6×5 ПАС-350 Л	12	1440 (400)	447×422×620	184	220
416; 426	6×5 ПАС-350 Д	12	1440 (400)	447×422×620	184	220

Примечание. Панцирные аккумуляторные батареи применяются только для тех электрокаров, для которых они рассчитаны заводом-изготовителем.

На электрокарах батареи устанавливают в металлическом ящике с надежной эбонитовой изоляцией. Батарея состоит из аккумуляторов напряжением 2 В, которые установлены в металлическую коробку с эбонитовой облицовкой. Между собой аккумуляторы соединены последовательно свинцовыми перемычками. Каждый аккумулятор состоит из положительных и отрицательных пластин, микропористых и трубчатых сепараторов, предохранительной решетки, эбонитовых коробки и крышки, пробки, заливочной смолы и ограничителей. Активная масса положительных пластин капсулована в специальных трубках. Отрицательные пластины подвергнуты сухой зарядке по принятой на заводе технологии, а затем вмонтированы в аккумуляторы. В сухом состоянии аккумуляторные батареи можно хранить в течение трех лет и более. Долговечность таких батарей превышает 1200 циклов.

Электрохимическая система панцирных аккумуляторных батарей чувствительна к недозарядам, перезарядам, пре-

вышению зарядных и разрядных токов, температурным и климатическим условиям.

При эксплуатации батарей следует:

а) не допускать работы электрокара при разряде батареи до напряжения ниже 1,7 В на аккумуляторе и при разрядных токах выше номинальных;

б) не продолжать заряд батареи более 2 ч после установления постоянного напряжения и плотности электролита, не применять при заряде токов выше номинальных;

в) прекращать на время, необходимое для остывания электролита, заряд батареи или снижать зарядный ток, когда температура последнего достигнет предельно допустимой, равной 45 °С;

г) производить заряд аккумуляторов в помещении температурой 10—30 °С;

д) не оставлять электрокар зимой вне помещения бездействующим длительное время;

е) не хранить батареи вблизи нагревательных приборов, под действием солнечной радиации и атмосферных осадков, сырости, мороза и в воздушной среде, засоренной испарениями кислот, бензина, масел и пр.;

ж) загружать электрокар с новой батареей в первые 10—15 дней не полностью, так как емкость батареи еще мала;

з) контролировать все параметры и своевременно принимать необходимые меры;

и) снимать пробки перед зарядами и ввинчивать их на место не ранее чем через 2—3 ч после окончания заряда;

к) прочищать систематически пробки;

л) поддерживать необходимую чистоту;

м) вести регулярно журнал аккумуляторной батареи.

Электролит и его приготовление. В качестве электролита в панцирных аккумуляторных батареях применяют раствор аккумуляторной серной кислоты плотностью 1,27—1,28 г/см^3 при температуре окружающего воздуха 30 °С. В элементах батареи во избежание сульфатации пластин уровень электролита должен постоянно поддерживаться выше предохранительной решетки на 15—20 мм. При снижении уровня электролита ниже предохранительной решетки необходимо поднять его до указанной нормы доливкой дистиллированной воды. Если при проверке в полностью заряженной батарее и плотность окажется меньше нормы, то ее следует повысить доливкой электролита повышенной плотности 1,35—1,4 г/см^3. Затем после уравнительного заряда следует проверить достигнутую плотность и проследить за соблюдением нормального уровня электролита.

Электролит необходимо оберегать от загрязнения. При эксплуатации и хранении батарей пробки должны быть туго ввернуты. Попадание в электролит инородных примесей вызывает разрушение пластин. Электродвижущаяся сила батареи (ЭДС) зависит от плотности электролита, которая в процессе эксплуатации изменяется. Нежелательная, но допустимая в исключительных случаях минимальная плотность электролита 1,13 г/см³. Электролит готовят, как и для автомобильных и тракторных аккумуляторных батарей.

Ввод в действие батарей. Для пуска в эксплуатацию панцирных батарей заводской готовности, которые хранились после выпуска не более одного года, достаточно их за 2—4 ч перед вводом в действие залить электролитом до уровня 15—20 мм выше предохранительной решетки.

Электролит должен иметь плотность 1,27—1,28 г/см³ и температуру 10—30 °С. Батареи, простоявшие в сухом состоянии более года перед пуском в эксплуатацию, после пропитки в течение указанного выше времени необходимо поставить на заряд на 6—10 ч, током заряда после начала газовыделения. Для этого необходимо положительный полюс батареи соединить с положительным полюсом ЗУ; аналогично соединить и отрицательные полюса. Затем включить в сеть ЗУ и поворотом по часовой стрелке ручки автотрансформатора установить стрелку амперметра ЗУ на требуемый зарядный ток.

Во время заряда необходимо следить за уровнем электролита. Если он опустится ниже предохранительной решетки на 5 мм, следует долить дистиллированной воды, чтобы избежать сульфатации пластин. После полного заряда батареи проверяют плотность электролита и при необходимости корректируют ее. После корректировки производят уравнительный заряд.

Напряжение элемента перед пуском в работу должно быть не менее 2 В. Если же оно не достигло этого уровня, надо увеличить время подразряда. Номинальное напряжение элементов, измеряемое в момент подключения батареи к зарядному устройству, составляет 2,2 В.

Зарядное устройство подбирают из расчета обеспечения при заряде 2,8 В на один элемент. Напряжение зарядного устройства $U_{з.у} = 2{,}8\ n_э$, где $n_э$ — количество элементов в одновременно заряжаемых батареях.

Эксплуатационные и уравнительные заряды батарей. Батареи, побывавшие в работе, т. е. получившие разряд, для восстановления работоспособности необходимо снова зарядить. Если батарея разряжена до предельного напряжения 1,7 В на элемент, или 1,7 $n_э$, ее необходимо немедленно подвергнуть заряду, чтобы избежать механических и электри-

ческих перегрузок, снижающих емкость и долговечность службы.

Максимальный ток заряда для этих батарей $I_{з.м}=0{,}2C_5$ (табл. 39) применяется до момента достижения напряжения на элемент 2,4 В, т. е. до начала газовыделения, после чего зарядный ток надо уменьшить до $I_з=0{,}05C_5$, при котором протекает заряд до конца процесса. Батарея считается заряженной полностью, если при переводе заряда на ток, равный $I_з$, в течение 2 ч напряжение аккумулятора и плотность электролита остаются неизменными; температура при этом может изменяться. Надо учитывать, что недозаряды батарей вызывают деформацию пластин и повреждение элементов. Во избежание этого ежедневно необходимо производить уравнительные заряды батареи, которые улучшают ее работу и долговечность. Суть уравнительных зарядов заключается в следующем.

При больших нагрузках и особенно зимой батарею нужно заряжать ежедневно или не реже одного раза в 2—3 дня. При температуре 30° С плотность электролита должна быть равной 1,275±0,005 г/см³. При работе электрокара батарея разряжается, затем она заряжается, как указано выше, т. е. активная масса всех элементов батареи находится под зарядом и разрядом. Однако элементы не в одинаковой степени реагируют на эти процессы, поэтому процессы превращения активной массы происходят неравномерно во всех элементах. Вследствие этого отдельные элементы могут отстать и оказаться неполностью заряженными или разряженными, что сказывается на общем состоянии батареи.

Уравнительные заряды от обыкновенных отличаются тем, что они проводятся заниженным зарядным током $I_у=0{,}02C$ до тех пор, пока плотность электролита и напряжение не будут оставаться постоянными в течение 4 ч. При этом пробки на элементах необходимо вывернуть и вести процесс при открытых заливных отверстиях. Через 2—3 ч после окончания заряда пробки следует туго завинтить. Отверствия пробок необходимо систематически очищать, так как они служат и как предохранительные клапаны при превышающем норму давлении газов внутри корпуса.

Температуру надо контролировать, особенно на последнем этапе заряда. Оптимальной для заряда считается температура 10—30 °С. Максимально допустимая температура электролита при заряде 45° С.

Если в процессе заряда температура повысится до критической, необходимо снизить зарядный ток и соответственно увеличить продолжительность заряда или прекратить на время заряд до снижения температуры, а затем продолжить его.

Уравнительные заряды рекомендуется проводить в следующие сроки:

если батарея была разряжена до напряжения менее допустимого (1,7 В) — немедленно;

после повторного заряда батареи, если заряд был по какой-либо причине прерван, — немедленно;

если батарея использовалась немного или же электрокар эксплуатировался ненагруженным — немедленно;

если батарея эксплуатируется регулярно или если батарея с электролитом ставится на хранение — ежемесячно.

При проведении уравнительного заряда необходимо напряжение элементов и плотность электролита при установлении их постоянных значений измерять систематически, а результаты и время измерений записывать.

Перед отключением батареи необходимо проверить и записать плотность электролита, температуру, газовыделение и напряжение элементов.

Разряды батареи при эксплуатации. Панцирные аккумуляторные батареи в работе при эксплуатации электрокара практически могут отдавать ток неограниченной силы. Значение тока при этом зависит от степени загрузки электрокара. При чрезмерной перегрузке электрокара недопустимо высокие токи снижают емкость и долговечность батарей. Номинальный разрядный ток должен быть равным $0{,}2C_5$ (табл. 39), превышать его не рекомендуется.

Сульфатация и меры борьбы с ней. На положительных и отрицательных пластинах элементов батарей кристаллизуется сульфат свинца, который с течением времени затвердевает и разрушает активную массу. Этот процесс проходит активнее при неправильной эксплуатации и хранении батарей. При снижении во время эксплуатации уровня электролита ниже предохранительной решетки начинает бурно протекать процесс сульфатации. То же произойдет, если, например, хранить батарею с неплотно ввернутыми пробками. Поэтому в качестве основной профилактической меры могут быть рекомендованы точное соблюдение правил эксплуатации и хранения батарей и своевременное установление фактов наличия сульфатации.

Признаки наличия сульфатации следующие: значительное снижение емкости; уменьшение плотности электролита; наличие высокого напряжения при зарядах; повышение температуры в элементах выше допустимой при заряде.

При обнаружении признаков не очень глубокой сульфатации необходимо провести многократную зарядку батареи током $I_у = 0{,}02\,C_5$ непосредственно после нормального заряда. При очень глубокой сульфатации пластин следует вылить

электролит, залить аккумулятор дистиллированной водой и произвести заряд током, меньшим $I_у$ в течение 4 ч при установившейся неизменной плотности. После этого необходимо произвести корректировку электролита и дополнительную зарядку батареи током $I_з = 0{,}05C_5$ в течение 2 ч при установившейся неизменной плотности.

Особенности контроля при обслуживании панцирных батарей. При обслуживании панцирных аккумуляторных батарей необходимо в журнале записывать следующие данные

при заряде

дату и время заливки электролита в элементы;

плотность и температуру электролита при заливке;

температуру электролита в элементах во время заряда через каждый час не менее чем в восьми элементах батареи;

время начала и окончания заряда;

значение зарядного тока с указанием времени производства измерения;

напряжение всех элементов, измеренное через каждый час, а в конце заряда — через каждые 15 мин;

плотность электролита в начале и в конце заряда;

при эксплуатации (разряде)

температуру электролита до и после эксплуатации;

напряжение непосредственно после работы;

плотность электролита непосредственно после эксплуатации;

время появления неисправности, характер и способ ее устранения.

Поскольку ЭДС батареи зависит от плотности электролита, которая в процессе эксплуатации, как правило, уменьшается, ее надо корректировать. Заряженные батареи, которые в течение 1 мес не были использованы, следует подвергнуть контрольному разряду током $I_{р.к} = 0{,}06C_5$. Во время эксплуатации ток разряда не должен превышать величину, указанную в табл. 39, напряжение элемента должно быть не ниже 1,7 В, плотность электролита — не ниже 1,13 г/см^3, а контрольный разряд должен проводиться током $I_{р.к} = 0{,}6C_5$.

Хранение и транспортировка батарей. Панцирные тяговые батареи должны храниться в сухом состоянии (без электролита) в сухих хорошо проветриваемых складских помещениях при температуре —10...+40 °С. В сухом состоянии батареи можно сохранять в течение трех лет и более.

В помещении не должно быть резких колебаний температуры, батареи должны быть установлены не ближе чем 1,5 м от нагревательных приборов и защищены от прямого попадания на них солнечных лучей. Пробки элементов батарей должны быть плотно ввинчены. Батареи также должны быть

защищены от пыли, кислотных испарений, бензина, масла и др. Запрещается ставить батареи на другие батареи, а также класть на батареи металлические предметы. Во время эксплуатации при необходимости установки батарей на хранение они должны быть полностью заряженными и находиться в отапливаемых помещениях.

Батареи чувствительны к влажности окружающего воздуха, поэтому их необходимо оберегать от переувлажнения в процессе эксплуатации, а при транспортировке их следует перевозить в крытых транспортных средствах, а также предохранять от механических повреждений, для чего они должны быть неподвижно закреплены в один ряд.

Емкость батареи зависит от температуры, при которой она эксплуатируется. При температуре —7,7 °С электролит плотностью 1,1 г/см^3 замерзает. Поэтому зимой не следует оставлять батареи вне помещения. Хранить их следует полностью заряженными и в отапливаемых помещениях.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образец

Журнал
учета движения аккумуляторных батарей, поступающих на обслуживание на аккумуляторную станцию

№ п/п	Фамилия, и. о. заказчика	Тип	Инвентарный номер батареи	Количество аккумуляторов	Содержание заказа и состояние батареи при сдаче на обслуживание	Дата сдачи заказа	Срок выполнения заказа: назначенный аккумуляторной станцией	Срок выполнения заказа: фактический	Замечания аккумуляторной станции о состоянии батареи после проведения работ по обслуживанию	Дата выдачи батареи заказчику	Подпись заказчиков в получении батарей
	Федоров П. И.	СЦС-15	№ 78	5	Доразряд и рабочий заряд (срочно) Аккумуляторы частично разряжены	3.07.84 г.	5.07.84 г.	4.07.84 г.	Аккумуляторы разноемкостные. Требуется перекомплектовка	7.07.84 г.	
	Березин В. В.	СЦС-15	№ 74	5	Формировка	2.07.84 г.	22.07.84 г	19.07.84 г.	Процесс формировки протекал нормально	22.07.84 г.	

Примечания. 1. Записи в журнал производятся по мере поступления батарей на аккумуляторную станцию для обслуживания.
2. На аккумуляторной станции каждой поступившей батарее присваивается инвентарный номер, который наносится краской на боковой стенке каждого аккумулятора, составляющего батарею.

Образец

Стр. 1

Журнал
учета работ по обслуживанию щелочных батарей

____

(Наименование предприятия, организации)

Начат______________
(дата)

Закончен______________
(дата)

Стр. 2

Оглавление

Тип батареи	Количество аккумуляторов	Инвентарный номер	Страница
СЦС-15	5	74	3
СЦ-25	8	169	4
СЦК-45	10	167	5

Батарея инв. № 74

СЦС-15 — 5 шт.

(Тип и количество аккумуляторов в батарее)

Дата окончания формировки 25.07.84 г.

Заводские номера аккумуляторов	Содержание серебра, г
5760509207	75,35
6760509271	75,12
5760509286	74,97
5760509287	75,01
5760509340	74,98

Дата начала процесса	Наименование работ	Время, ч и мин		Продолжительность, ч и мин		Время поочередного отключения аккумуляторов от ЗУ или РУ, ч и мин	Примечание
		включения	отключения	операции	процесса		
1	2	3	4	5	6	7	8
29.06.84 г.	Заливка и пропитка	9-15	9-15*	120-00	120-00	9-15 (4.07.84 г.)	Батарея поставлена на заряд
4.07.84 г.	1-й заряд ($I_з$ — 1,5А)	9-15	17-15	8-00	8-00		Отключена вся батарея при напряжении 1,98—2,0 В
5.07.84 г.		8-25	12-55	4-30	12-30	12-55	

Продолжение прил. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
5.07.84 г.	1-й разряд ($I_р$ — 1,5А)	14-00	17-30	3-30	3-30		
6.07.84 г.		8-15	16-05	7-50	11-20	15-20 (5760509271); ** 15-30 (5760509340); 15-45 (5760509286) и (5760509207); 16-05 (5760509287)	—
7.07.84 г.	2-й заряд ($I_з$ — 1,5А)	8-20	16-20	8-00	8-00	—	—

* Дата окончания пропитки 4.07.84 г.
** Можно указывать только последние три цифры заводского номера аккумулятора.

Примечания: 1. В верхнем правом углу записываются заводские номера серебряно-цинковых аккумуляторов и содержание в них серебра по данным формуляра, поступающего от поставщика вместе с аккумуляторами, которое учитывается при утилизации изношенных аккумуляторов.

2. В графе 2 производится запись наименования работ (заливка аккумуляторов электролитом и пропитка, заряды и разряды, сначала формировочные, а затем эксплуатационные или тренировочные доразряды, подразряды и т. п.) и каким током производился заряд или разряд.

3. В графу 5 заносится время продолжительности операции, равное разности значений времени, указанных в графах 4 и 3, а в графе 6 — продолжительность с начала процесса, нарастающим итогом

4. Приведенная форма и образец ее заполнения при обслуживании других типов щелочных, а также кислотных аккумуляторов упрощаются, так как отпадает необходимость в учете серебра

5. Для каждой батареи в журнале должна быть отведена одна или две страницы (разворот), при использовании которых в конце делается ссылка на страницу, где следует продолжение записей

6СТ—55
(Тип)

Батарея кислотная инвентарный № 14

Зарядный ток . . . . 5,5 А
Разрядный ток . . . . 5 А
Плотность электролита при первой заливке (при 15 °С) . . . . 1,27 г/см³
Плотность электролита после полного заряда (при 15 °С) . . . . 1,29 г/см³

Температура:
до начала заряда не более 30 °С
в процессе заряда не более 45 °С

Дата начала процесса	Наименование работ	Время замера, ч и мин	Время, ч и мин				Результаты замеров			Плотность электролита, приведенная к 15 °С	Интервал между замерами с начала газовыделения, ч и мин	
			включения ЗУ или РУ	отключения ЗУ или РУ	Продолжительность		Напряжение, В	Плотность электролита, г/см³	Температура электролита, °С		очередного	нарастающим итогом
					операции	с начала процесса						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
26.11.84 г.	Замер плотности и температуры электролита перед заливкой	9—15	—	—	—	—	—	1,265	23	1,27	—	—
	Замер плотности и температуры электролита после пропитки	11—15	—	—	—	—	—	1,225	23	1,230	—	—

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Заряд, $I_з = 5,5$ А	—	11—25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		11—30	—	—	—	—	—	1,23	24	1,236	—	—
		12—55	—	13—00	1—35	1—35	2,2	1,24	30	1,34	—	—
		—	14—00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		15—00	—	—	1—00	2—35	2,25	1,245	30	1,55	—	—
		16—00	—	—	1—00	3—35	2,45	1,26	35	1,273	—	—
		17—00	—	—	1—00	4—35	2,45	1,265	37	1,280	—	—
		17—30	—	—	0—30	5—05	2,65	1,273	40	1,29	—	—
		17—45	—	—	0—15	5—20	2,75	1,273	40	1,29	0—15	0—15
		18—00	—	—	0—15	5—35	2,75	1,273	40	1,29	0—15	0—30
		18—30	—	—	0—30	6—05	2,75	1,273	40	1,29	0—30	1—00
		19—00	—	—	0—30	6—35	2,75	1,273	40	1,29	0—30	1—30
		19—30	—	19—35	0—35	7—10	2,75	1,273	40	1,29	0—30	2—00*
27.11.84 г.	Разряд, $I_р = 5$ А	—	8—20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		8—25	—	—	—	—	2,0	1,287	20	1,29	—	—
		12—25	—	—	—	—	1,95	1,224	25	1,23	—	—
		14—00	—	—	—	—	1,92	1 215	27	1,22	—	—
		15—30	—	—	—	—	1,90	1,205	28	1,21	—	—
		16—00	—	—	—	—	1,88	1,18	30	1,19	—	—
		17—00	—	—	—	—	1,85	1,17	30	1,18	—	—
		17—15	—	—	—	—	1,80	1,17	30	1,18	—	—
		17—30	—	—	—	—	1,75	1,16	30	1,17	—	—
		17—45	—	—	—	—	1,72	1,15	30	1,16	—	—
		17—55	—	17—55	9—35	9—35	1,70**	1,15	30	1,16	—	—

* Конец заряда.
** Конец разряда.

Примечание. Страницы 1 и 2 журнала для кислотных батарей аналогичны страницам 1 и 2 журнала для щелочных (см. прил. 1).

Образец

«5» октября 1984 г.

____
(Наименование организации)

____
(Наименование отдела)

Акт
на расход материалов серебряно-цинковых аккумуляторов

Запись 19__ г. №____				
Дебет		Кредит		Сумма
Счет	Карт	Счет	Карт	

Мы, нижеподписавшиеся, составили настоящий акт на израсходование полученных под отчет материалов на следующие цели:

Дата получения	Наименование полученных и израсходованных материалов	Количество, шт.	Цена	Сумма	Направление расхода / Характеристика
	Аккумуляторы серебряно-цинковые				
II. 1983	СЦС-5	15			Выработан ресурс, отработано 32 цикла заряда — разряда
II. 1982	СЦС-5	18			Аккумуляторы пришли в негодность вследствие длительного срока эксплуатации
XII. 1982	СЦС-25	7			
IV. 1982	СЦК-45	23			
	и т. д.				

Утверждаю:

Директор______________
(подпись)

«9» октября 1984 г.

Расход материалов на указанные цели подтверждаем:

Начальник цеха (отдела)______________
(подпись)

Материально-ответственный______________
(подпись)

Гл. бухгалтер______________
(подпись)

Образец

«5» октября 1984 г.

Накладная №________

Отпущено Московскому заводу вторичных драгоценных металлов

Кем отпущено____
(Наименование организации)

№ п/п	Наименование продукции	Единица измерения	Количество	Цена	Сумма
1	(См. акт)				

Общая масса содержащегося в аккумуляторах серебра, подтвержденная формуляром завода-изготовителя аккумуляторов, составляет два килограмма двести пятьдесят три целых и тридцать четыре сотых грамма (2253,34 г)

Руководитель
организации

Бухгалтер

Примечание. Один экземпляр накладной кладут в посылку, один сдают в бухгалтерию и один остается у материально-ответственного лица.

Техника безопасности при обслуживании щелочных и кислотных аккумуляторов

Аккумуляторщику при обслуживании щелочных и кислотных аккумуляторов приходится иметь дело с концентрированными растворами щелочи и серной кислоты. Щелочь или кислота, попавшая на кожу, образует глубокие, трудно заживающие язвы, а попавшая на ткань одежды, разрушает ее. При хранении в неплотно закрытых сосудах или в аккумуляторах эти растворы испаряются и загрязняют воздух аккумуляторной станции. При работе, хранении и транспортировке аккумуляторов в заряженном состоянии из них выделяется газообразный водород, который в смеси с кислородом воздуха может образовать взрывоопасную среду. В помещении аккумуляторной станции, кроме того, установлены различные электрооборудование и электроаппаратура, поэтому, приступая к работе, аккумуляторщик предварительно должен внимательно ознакомиться с требованиями правил безопасности при эксплуатации электроустановок, утвержденных Госэнергонадзором СССР, инструкциями и рекомендациями по обслуживанию аккумуляторов. Точное выполнение этих требований является обязательным, так как нарушение их может привести к несчастному случаю или к преждевременному выходу из строя аккумуляторов.

Помещение аккумуляторной станции должно соответствовать типовому проекту. На предприятиях с небольшим количеством аккумуляторов под аккумуляторную должно быть отведено помещение, изолированное в противопожарном отношении и от служб, которые могут засорять атмосферу вредными для электролита веществами. Это помещение должно быть оборудовано вентиляцией.

Для обеспечения деятельного проветривания могут быть установлены зарядные шкафы (приложение 3), в которых осуществляются процессы заряда, разряда, улавливания и выброса летучих продуктов химических реакций.

В помещение аккумуляторной станции допускаются только лица, имеющие непосредственное отношение к этой службе. На дверях аккумуляторной станции должны быть установлены предупредительные таблички: *Аккумуляторная*, *Вход воспрещен*, *Не курить*, а на стенде в помещении станции — развешены плакаты по технике безопасности и охране труда при работе со щелочами или кислотами, а также с электрическим оборудованием.

Проводка сети освещения должна быть скрытой, электрооборудование должно быть взрывобезопасным. Электрооборудование должно быть заземлено. Во время заряда аккумуляторов вблизи батарей не разрешается пользоваться открытым пламенем, паять и производить сварку.

Во избежание короткого замыкания необходимо, чтобы инструмент, используемый при сборке, разборке, уходе за заряженными аккумуляторами, был изолирован.

В зарядном шкафу, на верстаке и в других местах, где размещаются аккумуляторы с открытыми клеммами, не должно быть никаких посторонних предметов.

При работе с кадмиевоникелевыми и железоникелевыми аккумуляторами необходимо помнить, что у них полюса электрически соединены с корпусом (у кадмиевоникелевых — положительный, а у железоникелевых — отрицательный), поэтому аккумуляторы должны быть изолированы друг от друга диэлектрической прокладкой. При хранении аккумуляторы в заряженном состоянии надо оберегать от прикосновения к корпусам посторонних токопроводящих предметов.

При обнаружении неисправности в зарядном устройстве нужно немедленно выключить сеть, затем отключить от зарядного устройства аккумуляторную батарею и вызвать электрика для ремонта. Все электроприборы и освещение в конце рабочего дня должны быть выключены.

При работе с электролитами необходимо пользоваться защитными средствами и спецодеждой (приложение 3) и принимать следующие меры:

при попадании на кожу щелочи немедленно следует промыть это место большим количеством воды, затем 10 %-ным раствором борной кислоты и снова водой. При попадании щелочи в глаза или на другие органы со слизистой оболочкой меры те же, но при этом надо пользоваться 3 %-ным раствором борной кислоты и после этого немедленно обратиться к врачу. Одежду, облитую щелочью, необходимо обработать в той же последовательности и теми же средствами;

при попадании брызг серной кислоты на кожу следует немедленно снять серную кислоту ватой, промыть это место струей воды и затем 5—10 %-ным раствором кальцинированной соды или нашатырным спиртом. При поражении кожи необходимо обратиться за медицинской помощью.

При приготовлении электролита в бак для раствора сперва заливается вода, затем кислота. Обратный порядок заливки запрещается. Все кислоты разрушительно действуют на щелочные аккумуляторы, поэтому хранить, заливать, заряжать и разряжать кислотные аккумуляторы вместе со щелочными запрещается.

При работе или хранении аккумуляторов с электролитом в герметичном объеме последний должен быть заполнен азотом с содержанием кислорода не более 1 % по объему.

При работе на холоде щелочные аккумуляторы теряют емкость, поэтому их желательно утеплить.

При работе со щелочами или кислотами обслуживающий персонал обязан пользоваться средствами защиты и спецодеждой.

Приложение 3

Оснащение аккумуляторной станции

Необходимые средства и предметы, рекомендуемые для оснащения аккумуляторной станции, которые могут быть уточнены применительно к конкретным условиям и масштабам аккумуляторного хозяйства.

Зарядное устройство. В настоящее время созданы и выпускаются промышленностью различные конструкции зарядных устройств. Они предназначены для преобразования (выпрямления) переменного тока, получаемого ими от сети, в постоянный и подачи постоянного тока в подключенные к нему для заряда аккумуляторы. Протекание процесса заряда аккумуляторов контролируется аккумуляторщиком. Только отдельные типы зарядных устройств (например кремниевые выпрямители ЕПК 80/30-а2 и ЕПК 80/60-а) оборудованы автоматическим устройством контроля и отключения аккумуляторов от сети при достижении ими конечного напряжения.

Наиболее распространенными зарядными устройствами, предназначенными для заряда нестационарных аккумуляторов, являются селеновые выпрямители. Выпрямители типа ВСА выпущены промышленностью в различных модификациях, так как продолжается их усовершенствование. На практике на малых аккумуляторных станциях с количеством аккумуляторов до 500—700 шт. чаще всего встречаются такие типы, как ВСА-111Б и ВСА-5 (рис. П1 и П2).

Для оснащения конкретной аккумуляторной станции тип и количество ЗУ должны подбираться такими, чтобы при нормальном режиме рабочего дня обслуживающего персонала они обеспечили бесперебойное снабжение предприятия заряженными аккумуляторами. Для этого необходимо знать количество аккумуляторов или элементов аккумуляторных батарей, которое в среднем ежедневно будет принято для заряда, номинальный ток заряда для данного типа аккумулятора и предельное напряжение аккумулятора в конце заряда. Кроме того, нужно учесть коэффициент неравномерности поступления аккумуляторов на зарядную станцию, а также формировочные и контрольные, т. е. дополнительные заряды.

Рассчитаем количество зарядных устройств, которое необходимо для обеспечения нормальной работы аккумуляторной станции при заряде аккумуляторов.

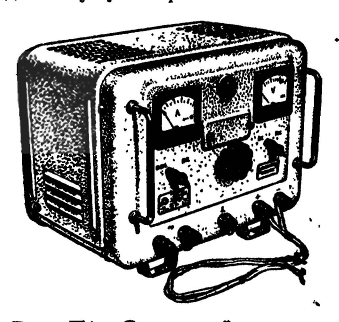


Рис. П1. Селеновый выпрямитель типа ВСА-111Б с выпрямленным напряжением до 80 В и током до 8 А, рассчитанный на питание от сети переменного тока напряжением 127/220 В

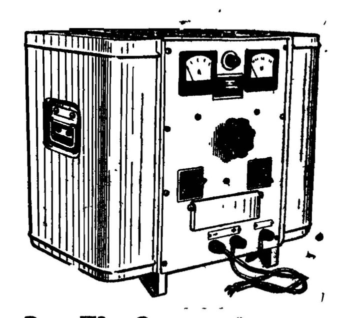


Рис. П2. Селеновый выпрямитель типа ВСА-5 с двухступенчатым выпрямленным напряжением до 64 В и током до 12 А, рассчитанный на питание от сети переменного тока напряжением 127/110/220 В

Среднее количество аккумуляторов, которые будут поступать на аккумуляторную станцию ежедневно, шт.,

$$n_{ср} = n_{эк} Ц/21,$$

$n_{эк}$ — количество аккумуляторов, находящихся на предприятии в эксплуатации; $Ц$ — количество циклов заряд-разряд, сообщаемое каждому действующему аккумулятору в среднем в 1 мес; 21 — фактическое количество рабочих дней по обслуживанию аккумуляторов в 1 мес.

Суммарное выпрямленное напряжение всех зарядных устройств, необходимое для подключения на одновременный заряд аккумуляторов, поступающих на аккумуляторную станцию ежедневно, В,

$$\sum U_{з.у} = n_{ср} U_{макс} K T_з,$$

где $U_{макс}$ — максимальное напряжение аккумулятора в конце заряда, В; K — коэффициент неравномерности поступления аккумуляторов на аккумуляторную станцию ($K = 1{,}3 \ldots 1{,}5$ для малых аккумуляторных с количеством аккумуляторов 500 — 700 шт.); $T_з$ — продолжительность заряда, дней.

Продолжительность заряда в течение одного рабочего дня без учета подготовительно-заключительных операций составляет 7 ч. При фактической продолжительности полного заряда 14 ч $T_з = 14/7 = 2$ дня.

Ток зарядного устройства принимается по номинальному зарядному току обслуживаемых типов аккумуляторов с учетом токов форсированных режимов заряда.

Аккумуляторы разных типов с различным зарядным током необходимо заряжать раздельно, поэтому в формулу для определения $n_{ср}$ нужно ввести поправочный коэффициент.

Рассмотрим конкретный пример расчета и принятия решения по укомплектованию аккумуляторной станции зарядными устройствами. Пусть аккумуляторная станция обслуживает аккумуляторы разных типов с различным зарядным током (СЦС-15 с зарядным током 1,5 А— 350 шт.; СЦС-25 с зарядным током 3 А—50 шт. и СЦК-45Б с зарядным током 6 А—100 шт.). Такие аккумуляторы необходимо заряжать раздельно. Суммарное напряжение одновременно подключаемых к зарядному устройству аккумуляторов определим по формулам, приведенным выше, отдельно по каждой однородной группе, укомплектованной по идентичности зарядных токов.

Вначале определяем среднее количество аккумуляторов, которые будут поступать на аккумуляторную станцию на обслуживание по каждой группе отдельно,

$$n_{ср} = 350 \cdot 1/21 = 17 \text{ шт (СЦС-15)};$$
$$n_{ср} = 50 \cdot 2/21 = 4 \text{ шт. (СЦС-25)};$$
$$n_{ср} = 100 \cdot 1/21 = 4 \text{ шт. (СЦК-45Б)}.$$

Затем определяем суммарное напряжение аккумуляторов этих групп, полностью заряженных до конечного напряжения,

$$\Sigma U = 17 \cdot 2{,}1 \cdot 1{,}3 \cdot 2 = 93 \text{ В (СЦС-15)};$$
$$\Sigma U = 4 \; 2{,}1 \cdot 1{,}5 \cdot 2 = 25 \text{ В (СЦС-25)};$$
$$\Sigma U = 4 \cdot 2{,}1 \cdot 1{,}5 \cdot 2 = 25 \text{ В (СЦК-45 Б)}.$$

По полученному суммарному напряжению и пользуясь графиком, изображенным на рис. П3, по кривой 4 (первая ступень напряжения зарядного устройства ВСА-5) определяем, что для группы аккумуляторов типа СЦС-15 с зарядным током 1,5 А потребуется 1,98 зарядных устройств (93/47), для СЦС-25 с зарядным током 3 А — 0,6 (25/41) и для СЦК-45Б с током 6 А — 0,8 (25/32). Всего потребуется зарядных устройств 1,98 + 0,6 + 0,8 =3,4 шт. Для зарядного устройства типа ВСА-111 Б, по кривой *3* определяя аналогичным способом, устанавливаем, что для группы аккумуляторов типа СЦС-15 потребуется 1,55 зарядных устройств (93/60), для СЦС-25—0,45(25/55) и для СЦК-45Б—0,53(25/47). Для всех трех групп потребуется зарядных устройств 1,55 + 0,45 + 0,53 =2,53,т. е. 3 зарядных устройства.

Из приведенных данных расчета видно, что при оборудовании аккумуляторной станции тремя устройствами типа ВСА-5 операции по заряду аккумуляторов предстоит проводить в напряженном режиме — выше предела производительности зарядных устройств. Если же оснастить станцию зарядными устройствами более производительными, т. е. типа ВСА-111Б, то в этом случае будем иметь резерв по производительности. Оптимальным решением для данного случая следует считать оборудование аккумуляторной станции двумя зарядными устройствами типа ВСА-5 и одним типа ВСА-111Б. В этих зарядных устройствах предусмотрена подача выпрямленного напряжения двумя ступенями. На холостом ходу, т. е. без подключения

к ЗУ аккумуляторов, напряжение на первой ступени ВСА-5 изменяется от 0 до 50 В и на второй — от 50 до 90 В, а на первой ступени ВСА-111Б оно изменяется от 0 до 42 В и на второй —от 42 до 80 В. На малых аккумуляторных станциях удобно заряжать аккумуляторы на первой ступени напряжения. При скоплении большого количества аккумуляторов для заряда и при необходимости применения значительных зарядных токов (например, при форсированных зарядах) следует проводить заряды на второй ступени напряжения.

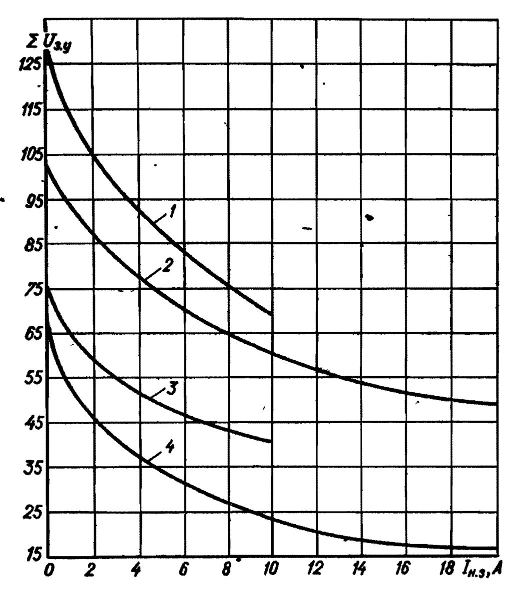


Рис. П3. График зависимости суммарного максимально допустимого напряжения $\sum U_{з.у}$ при одновременном заряде партии аккумуляторов от номинального зарядного тока $I_{н.з}$ при заряде на зарядных устройствах:

1, 3 — соответственно вторая и первая ступень напряжения для ВСА-111Б; *2, 4* — соответственно вторая и первая ступень напряжения для ВСА-5.

Разрядное устройство. При формировке активной массы аккумуляторов для ввода их в действие, постановке щелочных аккумуляторов на длительное хранение, снятии верхней ступени зарядной кривой для питания приборов с неизменяющимся напряжением, доразряде для подготовки аккумулятора к заряду производят разряд аккумуляторов с помощью разрядного устройства или стенда.

Разрядное устройство состоит из реостата, амперметра и вольтметра (рис. П4, П5, П6). При подключении его к аккумулятору или к батарее замыкается электрическая цепь, вследствие чего энергия аккумулятора расходуется на разогрев сопротивления реостата. При таком подключении сопротивление реостата должно быть полностью введено, а затем для повышения разрядного тока до необходимого значения его надо плавно движком регулировать (уменьшать).

Значения сопротивления и тока при неизменном напряжении находятся в обратно пропорциональной зависимости, поэтому для разряда аккумуляторов с наименьшим номинальным разрядным током необходим реостат с наибольшим сопротивлением. Тогда необходимое сопротивление реостата, Ом,

$$R_р = n_{макс} U_{макс}/I_{р.н},$$

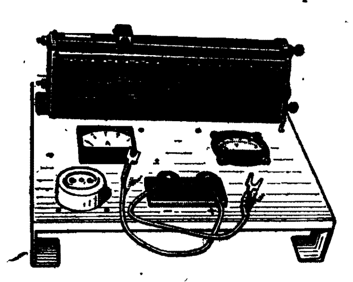


Рис. П4. Простейшее разрядное устройство (РУ) с сопротивлением реостата 1 Ом, оборудованное амперметром и вольтметром, рассчитанное на разрядный ток до 20-25 А

где $n_{макс}$ — максимальное количество аккумуляторов в группе, поставленной на разряд; $U_{макс}$ — максимальное напряжение аккумулятора в начале разряда, В; $I_{р.н}$ — номинальный разрядный ток аккумулятора наименьшей емкости при наличии одного РУ.

На аккумуляторной станции желательно иметь не менее двух разрядных устройств: одно — на малые разрядные токи, второе — на большие.

На рис. П4 изображено РУ с сопротивлением реостата 1Ом, с помощью которого можно разряжать аккумуляторы током 20—25 А. Разрядное устройство оборудовано измерительными приборами — амперметром и вольтметром. На рис. П5 показано это же РУ, что и на рис. П4, спаренное с РУ без измерительных приборов, но с обмоткой малой площади сечения с большим сопротивлением, равным 11 Ом, на

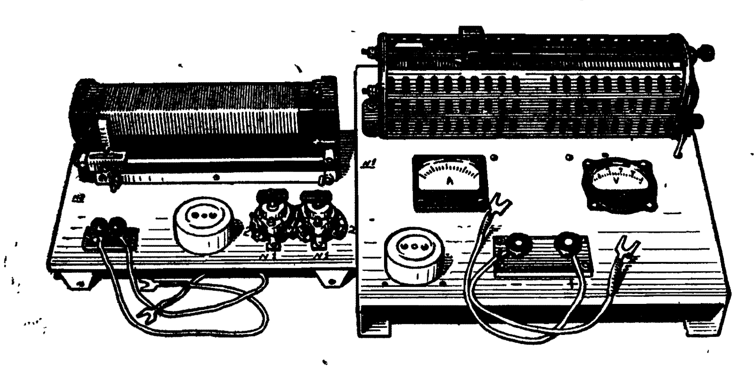


Рис. П5. Спаренное действие двух разрядных устройств, работающих под контролем одного комплекта измерительных приборов (амперметра и вольтметра)

котором можно разряжать аккумуляторы малым током. На таком РУ можно одновременно разряжать две партии аккумуляторов с различными разрядными токами и контролировать ход разряда поочередно одним комплектом измерительных приборов.

При необходимости одновременного разряда большой партии аккумуляторов, если сопротивление реостата окажется недостаточным,

к нему подключается последовательно приставка (дополнительное сопротивление), которую можно изготовить. Таких приставок желательно изготовить две: одну — сопротивлением до 20 Ом с четырьмя ступенями по 5 Ом и штепсельным переключением (рис.П6) и другую — сопротивлением 1 Ом для реостата, показанного на рис. П4.

Зарядный шкаф. На предприятиях со сравнительно небольшим числом аккумуляторов, где помещение аккумуляторной станции не оборудовано кондиционером или вентиляционным устройством, обеспечивающим эффективное проветривание, может быть установлен зарядный шкаф, подключенный к вентилятору в оконном проеме или специально прорубленном в стене отверстии.

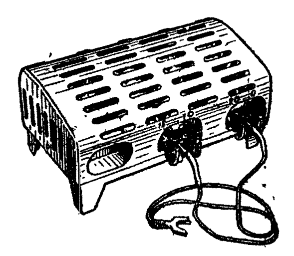


Рис. П6. Приставка (дополнительное сопротивление 20 Ом) к РУ

Зарядный шкаф состоит из двух обособленных основных частей: верхней и нижней (рис. П7). Нижняя часть изготовляется в виде кухонного стола большого размера с раздвижной передней стенкой и полками внутри. Верхняя часть, застекленная по бокам, устанавливается на столе. Передняя стенка изготовляется в виде двух застекленных рам. Первая из них вверху закрепляется неподвижно, вторая — по направляющим боковым пазам может передвигаться от низа вверх до упора, т.е. может быть задвинута за первую. Вторая половина нормально всегда находится в нижнем положении, т. е. шкаф всегда закрыт, но при необходимости обслуживания или контроля процесса заряда или разряда она может быть поднята и зафиксирована в верхнем положении.

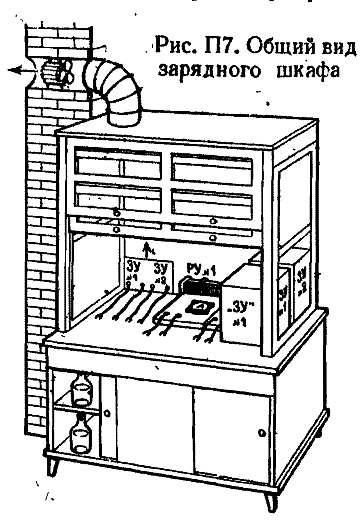


Рис. П7. Общий вид зарядного шкафа

На столе зарядного шкафа после установки зарядных и разрядных устройств остается достаточно места для размещения аккумуляторов или аккумуляторных батарей одновременно заряжаемых и разряжаемых.

При размещении оборудования следует руководствоваться стремлением создания в зарядном шкафу условий безопасного проведения процессов заряда и разряда, поэтому ЗУ следует устанавливать у боковой стенки шкафа, удаленной от отверстия вытяжного устройства, а аккумуляторы — под этим отверстием, чтобы газы и испарения, выделяющиеся из них, поднимаясь вверх, попадали прямо в вентиляционный канал.

Выводы ЗУ подключают к клеммам на панели, закрепленной на задней стенке шкафа под отверстием вытяжного устройства.

Для разрядных устройств и аккумуляторов, подлежащих разряду, из которых выделяется значительно меньше летучих продуктов реакции, чем при заряде, желательно отвести середину стола. Поверхность стола должна быть покрыта щелоче- или кислотостойким материалом. Полки в столе могут быть использованы для размещения

предметов и веществ, имеющих непосредственное отношение к обслуживанию аккумуляторов.

Учитывая, что кислоты и их испарения разрушают щелочные аккумуляторы, совместное их нахождение в одном помещении, тем более на одном столе недопустимо. Вентилятор во время заряда и разряда должен быть постоянно включенным. Его можно выключить через 1,5—2 ч после окончания заряда или разряда. В начале рабочего дня следует включить вентилятор для удаления из помещения скопившихся за ночь испарений и газа.

Стеллажи, шкафы, сейфы. В помещении аккумуляторной станции постоянно находятся аккумуляторы и аккумуляторные батареи в различных состояниях:

а) сухие, незаряженные, хранящиеся в резерве (на щелочных и кислотных станциях);

б) разряженные в процессе эксплуатации, сданные на профилактику; заряженные, готовые к выдаче; разряженные, находящиеся на длительном хранении щелочные аккумуляторы (на щелочных станциях);

в) разряженные, поступившие на зарядку; заряженные, готовые к выдаче в работу, или находящиеся на хранении кислотные аккумуляторы (на кислотных станциях).

Для размещения аккумуляторов на аккумуляторной станции устанавливают стеллажи или шкафы. Число их зависит от типа и количества аккумуляторов. На аккумуляторных станциях, обслуживающих серебряно-цинковые аккумуляторы, вместо стеллажей и шкафов должны быть установлены сейфы, приспособленные для хранения аккумуляторов, содержащих драгоценный металл.

Верстак. Для выполнения подготовительных работ (чистки корпусов, борнов и пробок аккумуляторов; сборки аккумуляторов в батареи и разборки батарей; приготовления, заливки, измерения уровня и плотности электролита необходим стол или верстак, покрытый щелоче- или кислотостойким материалом.

Мойка. На аккумуляторную станцию аккумуляторы поступают загрязненными, с налетом солей электролита на корпусах и деталях, смонтированных на крышке аккумулятора. Загрязнение ускоряет процесс саморазряда и снижает емкость аккумулятора, поэтому необходимо промыть пробки, удалить налет солей с крышки и деталей, протереть загрязненные места влажной ветошью и др. Для проведения этих операций и мытья рук аккумуляторные станции оборудуются стационарными мойками с теплой водой со стоком загрязненной воды.

Дистиллятор. При отсутствии возможности получения свежей дистиллированной воды, которая постоянно требуется для корректировки плотности и поддержания уровня электролита в аккумуляторах, обращающихся в эксплуатации, а также для приготовления электролита, ее необходимо приготовлять на аккумуляторной станции, для чего последняя должна быть оборудована дистиллятором.

Ареометр. Сифонный ареометр *3* в комплекте с принадлежностями (пипетка с резиновой грушей и наконечником *5*, воронка *4*, стеклянная трубка *1* для измерения уровня электролита, стеклянная палочка *2* для перемешивания) предназначен для измерения концентрации (плотности) электролита, находящегося в аккумуляторах (рис. П8). Ареометр рассчитан для измерения концентрации (плотности) электролита от 1,1 до 1,3 г/см^3. Его можно использовать для измерения концентрации (плотности) электролита 1,4 г/см^3. Для этого на нем наносят тарировочную риску, пользуясь заводским электролитом этой концентрации (плотности).

Для набора в пипетку электролита достаточно сжать резиновый шар, опустить наконечник в заливное отверстие аккумулятора до упора и затем плавно разжать.

Ареометр действует по принципу: чем больше плотность раствора, тем выше он всплывает и наоборот. Для снятия отсчета надо пипетку поставить в вертикальное положение, поднять ее на уровень глаз и по метке, нанесенной на ареометре (поплавке) и находящейся в створе с уровнем электролита, определить концентрацию (плотность) раствора.

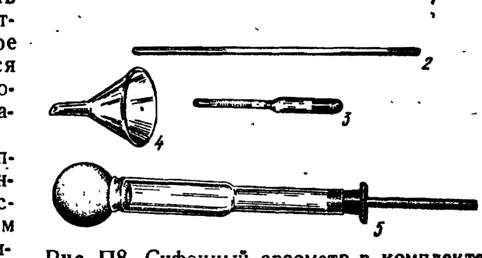
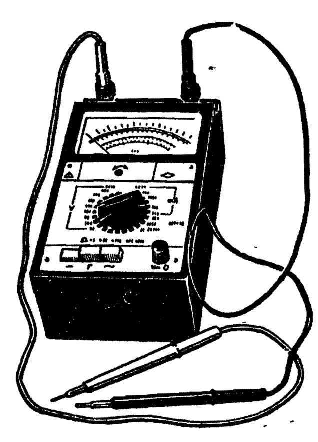


Рис. П8. Сифонный ареометр в комплекте

Барокамера. На крупных аккумуляторных станциях для ускорения процесса пропитки электролитом аккумуляторов при формировании активной массы электродов необходимо иметь барокамеру, создающую разрежение (вакуум) до 1,33 кПа (10 мм рт. ст.) за 4—8 мин.

Измерительные приборы. На аккумуляторной станции необходимо иметь следующие измерительные приборы:


Рис. П9. Комбинированный переносный прибор типа Ц4313 для измерения электрического сопротивления, напряжения и силы тока

ареометр для измерения концентрации (плотности) растворов при приготовлении электролитов (до 2 г/см³);

термометр для измерения температуры электролита со шкалой от 0 до 100 °С, с ценой деления 1° С;

омметр для проверки сопротивления;

вольтметр переносный для контроля напряжения на каждом аккумуляторе со шкалой до 3 В;

вольтметр переносный для контроля напряжения на батарее или группе аккумуляторов со шкалой до 150 В (вместо указанных двух вольтметров и омметра можно применить комбинированный переносный прибор Ц4313 (рис. П9);

амперметр переносный для контроля силы зарядных и разрядных токов со шкалой от 0 до 20 А;

аккумуляторный пробник с набором шунтов на 1, 2, 3, 6, 12 А;

весы аптекарские с комплектом разновесов от 1 до 500 г;

часы настенные и настольные с сигнальным звонком.

Инструмент. При обслуживании, эксплуатации и ремонте аккумуляторов применяют следующий инструмент:

торцевые гаечные ключи для каждого размера гаек аккумуляторов;
отвертки с различной шириной пера (желательно 3,5 и 10 мм);
плоскогубцы электрослесарные разных размеров (2 шт);
пассатижи (1 шт.);
кусачки (1 шт.);

молотки слесарные разной массы (2 шт.);
ножовка слесарная (1 шт.);
ножницы по железу (1 шт.);
ножи электрослесарные разных размеров (2 шт.);
зубила с лезвием 10 и 20 мм (2 шт.);
напильники драчевые различных поперечного сечения и насечки (2—3 шт.);
пилка ручная по дереву (1 шт);
набор надфилей;
кисти малярные (круглые — 2 шт. и плоская — 1 шт.);
тиски слесарные (1 шт.) и лабораторные (1 шт.);
наковальня или плита железная размером 100×250×(20—30) мм.

Посуда. На аккумуляторной станции должны быть комплект щелоче- или кислотостойкой посуды для электролита, бутыли для хранения щелочи, кислоты и дистиллированной воды, различного размера воронки и стаканы.

Спецодежда и средства защиты: очки защитные, перчатки резиновые; костюм шерстяной для работы с кислотой; костюм хлопчатобумажный для работы со щелочами; фартук прорезиненный; сапоги резиновые.

Другие предметы и принадлежности: аптечка; огнетушитель; журналы (см. приложение 1); канцелярские принадлежности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Попов В. С.** Теоретическая электротехника. — М.: Энергия, 1975.—560 с.
2. **Романов В. В.** Серебряно-цинковые аккумуляторы. — М.: Воениздат, 1969.—103 с.
3. **Романов В. В., Хашев Ю. М.** Химические источники тока.— М.: Сов. радио, 1968.—383 с.
4. **Семенов Л. Г.** Электромонтер-аккумуляторщик.—М.: Высш. шк. 1973.—248 с.
5. **Устинов П. И.** Ремонт стационарных свинцовокислотных аккумуляторов.—М.; Л.: Энергия, 1966.—168 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ